



Universidad Veracruzana

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**

FACULTAD DE INSTRUMENTACIÓN

ELECTRÓNICA

**“PROGRAMA DE ESTABILIDAD ELECTRÓNICA COMO MEDIO DE  
SEGURIDAD AUTOMOTRIZ”**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERO EN INSTRUMENTACIÓN

ELECTRÓNICA

PRESENTA:

JÓSE MANUEL GARCÍA SALAS

DIRECTOR DE TESINA:

MC. ÁNGEL EDUARDO GASCA HERRERA

CO-DIRECTOR:

MC. JACINTO ENRIQUE PRETELÍN CANELA

XALAPA, VER

NOVIEMBRE DE 2011

## ÍNDICE

Introducción.....	1
<b>Capítulo I: Evolución de la Seguridad y Estabilidad Automotriz.....</b>	<b>4</b>
1.1 Antecedentes.....	4
<b>Capítulo II: Seguridad activa y pasiva del vehículo.....</b>	<b>8</b>
2.1 Generalidades.....	8
2.2 ¿Qué es la seguridad activa?.....	10
2.2.1 Elementos de la seguridad activa.....	10
2.3 ¿Qué es la seguridad pasiva?.....	20
2.3.1 Física de los accidentes.....	20
2.3.2 Elementos principales de la seguridad pasiva.....	23
2.3.3 Elementos secundarios de la seguridad pasiva.....	29
<b>Capítulo III: Seguridad activa: ABS y ASR.....</b>	<b>31</b>
3.1 Seguridad activa ABS.....	31
3.1.1 ¿Qué quiere decir ABS?.....	31
3.1.2 Funcionamiento.....	32
3.1.2.1 Presión sostenida .....	33
3.1.2.2 Disminución de la presión.....	33
3.1.2.3 Aumento de la presión.....	33
3.1.3 Distribución electrónica de frenos.....	34
3.1.4 Sistema de mejora de la estabilidad del vehículo (VSES).....	34
3.1.5 Inicialización de los sensores VSES.....	36
3.2 Componentes del ABS.....	37
3.3 Regulación antideslizamiento de la tracción (ASR).....	49
3.3.1 Sensores de régimen pasivos y activos.....	50

3.3.2 Sensores de régimen pasivos.....	50
3.3.2.1 Arquitectura.....	50
3.3.2.2 Funcionamiento.....	51
3.3.2.3 Ventajas y desventajas.....	52
3.3.3 Sensores de régimen activos.....	53
3.3.3.1 Arquitectura.....	53
3.3.3.2 Funcionamiento.....	53
3.3.3.3 ventajas y desventajas.....	53
3.3.4. Sensores de aceleración.....	53
<b>Capítulo IV: Seguridad activa: ESP.....</b>	<b>55</b>
4.1 Generalidades.....	55
4.2 Subviraje y Sobreviraje.....	56
4.3 Estructura del sistema ESP.....	59
4.4 Elementos del sistema ESP.....	61
4.5 Funcionamiento del sistema ESP.....	63
4.6 >Servofreno de emergencia hidráulico.....	66
4.6.1 Arquitectura.....	67
4.6.2 Funcionamiento.....	67
4.6.3 Fases del servofreno de emergencia hidráulico.....	68
<b>Apéndice A.....</b>	<b>73</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>87</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCION

El estudio de los avances tecnológicos, se relacionan estrechamente con el desarrollo humano. El hombre, inquieto por naturaleza y en el afán de resolver su problemática existencial y del diario vivir, utiliza de todos los recursos disponibles para solucionarlo.

En nuestro caso específico y acorde con el punto central de nuestro tema, el hombre con el objetivo de solucionar su movilidad personal, lo más segura y cómoda posible y el transporte de todos los objetos de consumo, ha utilizado de manera constante, y permanente su iniciativa, creatividad e imaginación. No menos importante ha sido el empeño, la dedicación, el esfuerzo y la tenacidad que ha quedado plasmado a través de casi dos siglos y medio de historia de la Industria automotriz.

Tenemos que estar conscientes de que en la vida automotriz, existe un riesgo permanente a sufrir accidentes que acompañan continuamente al ser humano en su movilidad. De ahí que al presentar un panorama general de en este trabajo, imprescindiblemente, tenemos que identificar dos aspectos muy importantes:

El primero de la seguridad automotriz con todos los avances tecnológicos y el segundo el factor humano y su relación con los accidentes.

En el capítulo I, se describe la Evolución de la Seguridad y Estabilidad Automotriz. Cómo a través de la historia del automóvil, el hombre siempre se ha preocupado por tener los medios para trasladarse de un lugar a otro. Si esto lo hace de una manera cómoda y segura tanto mejor.

A 242 años de la aparición del “primer automóvil”, se han ido incorporando nuevas tecnologías de seguridad y comodidad. Las diferentes compañías automotrices, presionadas por la competencia interna, no les ha quedado otra que la de invertir en innovaciones, ensayos, pruebas de fuerza y resistencia electrónicas para estar a la altura de las demandas del usuario y para satisfacer su comodidad, pero sobre todo garantizar dentro de lo posible, la máxima seguridad. Esto se ha

aplicado, en todas las marcas de automóviles y en la mayoría de sus modelos, empezando por los más elegantes hasta los austeros.

Muy interesante, por su gran trascendencia, lo constituye el segundo capítulo, denominado: La seguridad Activa y Pasiva en el Diseño Automotriz. La seguridad en su concepto más amplio, pretende armonizar, integrar y conjugar como un todo, los diferentes eslabones. Todos los elementos considerados, tanto en la seguridad activa, como en la seguridad pasiva, son muy importantes y trascendentes en la consecución del objetivo central: que el ser humano no sea un número más, en las estadísticas de mortalidad. Se analizan detalladamente cada uno de los componentes, efectuando un mayor énfasis, en los pertenecientes a la SEGURIDAD ACTIVA, pues son los que se encargan del ANTES de un accidente, y tienen como meta primordial, el salvar vidas. Así se van conceptualizando, precisando sus características, funcionamiento e integración a la seguridad total.

Los elementos incluidos en la seguridad activa, son: Manejabilidad y sistema de Dirección; Los Neumáticos; La iluminación y Señalización; El sistema de frenado, tan importante; El sistema de suspensión; la Confortabilidad, pormenorizada en la visibilidad, climatización, confort y ergonomía y por último el acondicionamiento fisiológico del conductor.

Referente a la SEGURIDAD PASIVA, el DESPUES de un accidente, describimos a aquellos elementos que reducen, mitigan y minimizan los efectos y consecuencias, cuando el accidente es inevitable. Analizamos la física de los accidentes y el gran papel protagónico que tienen la utilización de la “Familia Dummies” en el avance electrónico y tecno dinámico. Se detallan, también las características y funciones de: el AIRBAG, el cinturón de seguridad, el interruptor inercial, los Reposacabezas y los cristales inastillables.

En el capítulo III, se analizan dos elementos esenciales y vitales de la Seguridad Activa y se trata de los Sistemas ABS (sistema de frenos antibloqueo) y ASR (regulación antideslizamiento de la tracción).

El Sistema ABS, es uno de los más modernos y efectivos sistemas de frenado. Su característica principal es que detiene el vehículo, reduciendo la distancia de frenado, evita el bloqueo de las ruedas, permitiendo al conductor el mantener el control del vehículo, cambiar de dirección y así librar los obstáculos.

El ASR también llamado sistema de regulación antideslizamiento, permite mantener una adherencia segura en las ruedas para evitar así el derrape de las mismas en situaciones críticas. Otra aplicación de este innovador sistema de seguridad activa nos ayuda en el despegue en una pendiente donde las condiciones del terreno nos dificultan, por estar mojado, cubierto de nieve o resbaloso, iniciar el avance del vehículo y así evitar que se patinen o resbalen los neumáticos.

El capítulo IV, se refiere al componente de la seguridad activa, más innovador y trascendente, desde el punto de vista de la Electrónica. Este es el avance más novedoso y efectivo, para evitar accidentes dentro de los límites de la física. Me refiero al PROGRAMA DE ESTABILIDAD ELECTRONICA, que todos los automóviles, desde los más austeros hasta los más equipados deberían poseer. En éste aspecto vale la pena la inversión, dado su alta efectividad.

En éste apartado, se describen las características primordiales del programa. Cómo están integrados los diferentes circuitos, a los comandos principales, llamados "módulos". Se muestra gráficamente su composición y se hace hincapié en el funcionamiento, localización y estructura de los sensores, también se analiza los factores de riesgo, que se han comprobado, estar presentes en la gran mayoría de los siniestros automovilísticos. En síntesis, abordamos el comportamiento humano, sus hábitos, sus reacciones, actitudes, emociones, su responsabilidad y consecuencias económicas, biológicas, psicológicas, sociales y familiares en la estadística de los accidentes.

# CAPÍTULO I

## EVOLUCIÓN DE LA SEGURIDAD Y ESTABILIDAD AUTOMOTRIZ

### 1.1 ANTECEDENTES

Los Sistemas de seguridad automotriz evolucionan continuamente, hasta alcanzar altos grados, de perfeccionamiento, según los conocimientos de la electrónica y las leyes de la física hemodinámica.

El automóvil y la seguridad automotriz, siempre han sido importantes y trascendentes para la movilidad humana de todos los tiempos. Incluye aspectos Biopsicosociales-económicos de la mas diversa índole y algunos factores de riesgo condicionantes de enfermedad y de muerte a si como enfermedades secundarias a accidentes y sobrevivencia con lesiones y secuelas que afectan tanto al conductor y/o acompañantes, así como peatones, ciclistas, otros automovilistas y a la población en general.

Desde que se creó el primer automóvil por Nicholas Joseph Cugnot [1] en 1769, que en realidad era un verdadero triciclo con ruedas de madera y llantas de hierro, propulsado por una máquina que funcionaba con vapor. Carl Benz [1] fue el primero en fabricar el automóvil de gasolina y así han ido desfilando y pasando a la historia personajes ilustres, americanos y europeos, creadores, diseñadores, inventores y fundadores de prestigiadas Instituciones Automotrices que persisten hasta nuestros días, como el empresario Estadounidense William Crapa Durand quien funda la GENERAL MOTORS en 1886. El Ing. Alemán Rudolf Diesel [1], quien obtiene la patente para motores de combustión interna, sin bujías y con autoencendido. Además, no puede dejarse de mencionar a Henry Ford [1] que en 1903 establece la FORD MOTORS COMPANY.

En 1926 se unen la Daimler y Benz que fabrican automóviles de la marca Mercedes-Benz.

En 1929, se fabrica el primer automóvil CHRYSLER [1], con frenos hidráulicos y motor de alta compresión en las cuatro llantas. Esta misma compañía irrumpe los mercados automotrices, compitiendo con todos los gigantes automotrices ya establecidas. En este mismo año Masseratti comienza a construir automóviles y General Motors Corporation, se hace cargo de Opel. En 1939, sus modelos ya cuentan con carrocerías súper reforzadas para mayor seguridad, y en 1951 aparece en el mercado la primera dirección hidráulica llamada “hydraguide”.

Referente a la Historia de la Seguridad [15] y Estabilidad Automotriz, relacionada con el eje central de éste capítulo, tenemos que señalar los siguientes datos históricos, dividiéndolos en tres etapas, que son de suma importancia y a continuación se indican:

- **PRIMERA ETAPA: DE 1940 A 1960**

En 1941, El Manual de Tecnología Automotriz, resume los resultados de todos los intentos por combatir el peligro del BLOQUEO DE FRENOS, por medio de dispositivos, puramente mecánicos. Debido a su lentitud de respuesta no estaban en condiciones de asumir adecuadamente las funciones asignadas.

Sin embargo, ya predicen y recalcan que era necesario, un regulador que prevenga efectivamente el bloqueo de las ruedas, para avanzar en la seguridad vehicular.

- **SEGUNDA ETAPA: PERIODO DE 1964 A 1966:**

De 1964 a 1966, se dieron los primeros esbozos por parte de la empresa TELDIX GmbH, en Alemania, en la fabricación de una computadora que controlaba electrónicamente el sistema de frenos, pero en virtud de que su desarrollo, era muy costoso, se limitó exclusivamente a la aplicación en trenes y aviones.

- **TERCERA ETAPA: EPOCA DORADA: DE 1970 A LA FECHA**

Con la revolución electrónica, en esta etapa fue posible realizar los sistemas de antibloqueo de frenos (ABS). De 1970 a la fecha, es el periodo más innovador

tecnológicamente hablando, al utilizar las técnicas digitales. Se han implantado y probado exitosamente los sistemas electrónicos, más sofisticados, complementarios unos con otros y con aplicación a todas las marcas de vehículos, particulares y de pasajeros a nivel mundial, aumentando con creces los índices de seguridad y estabilidad, nunca antes alcanzados. El punto final de esta evolución, en una versión madurada para la producción en serie, es el Programa de Estabilidad Electrónica (ESP), pero las ideas de los ingenieros multidisciplinarios siguen adelante. A continuación, se presenta en la tabla 1, la historia sintetizada de los principales sistemas de seguridad hasta 1970.

<u>AÑO</u>	<u>MODELO</u>	<u>FABRICANTE</u>	<u>VENTAJAS</u>	<u>CAPACIDAD DE COMPUTO</u>	<u>COMPATIBILIDAD:</u>
1970	ABS "1"	TELDIX DAIMLER- BENZ	INNOVACION		
1975 Y 1978	ABS "2"	BOSCH	DIGITAL, REDUCCION DE N° DE COMPONENTES Y COSTO. AUMENTA LA CAPACIDAD DE CÁLCULO, ROBUSTEZ Y CONFIABILIDAD.		
1980	TCS (SISTEMA DE CONTROL DE TRACCION)	BOSCH	COMPATIBLE		ABS
1983	ABS "2S"	BOSCH	INCORPORA NUEVO CTO. INTEGRADO MEJORANDO LA ESTRUCTURA DE LA LOGICA DEL ABS.		
1986	ABS Y TCS	BOSCH	INTEGRACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE TRACCION (TCS) Y VENTAJAS ABS 1983		
1989	ABS "2E"	BOSCH	INTEGRA EN UNA SOLA UNIDAD: CONTROL ELECTRONICO E HIDRAULICO Y UTILIZA UN MICROPROCESADOR PROGRAMABLE	8KB	
1989	MK IV	TEVES	INCORPORA INTERFAZ DE DIAGNOSTICO SERIAL		
1993	5.0	BOSCH	TRABAJA CON 2 VALVULAS DE DOBLE VIA POR CADA RUEDA, ACORTANDO EL TIEMPO DE RESPUESTA Y MEJORANDO LA FUNCIONALIDAD	16 KB	
1994	ABS MK 20	TEVES	REGULADOR ELECTRONICO UNIDO AL BLOQUE DE VALVULAS		TCS Y EDS (BLOQUEO ELECTRONICO DE DIFERENCIAL)
1995	ESP (PROGRAMA DE ESTABILIDAD ELECTRONICA)	BOSCH	INCORPORA LA FUNCIONALIDAD DEL ABS Y TCS		ABS Y TCS
1995	ABS "5.3"	BOSCH	UTILIZA EL CONTROL ELECTRONICO EN CONSTRUCCION MICRO HIBRIDA		
1998	ABS "5.7"	BOSCH	MEJOR DISPONIBILIDAD PARA INCORPORAR EL ESP	48KB	ESP
2001	ABS "8"	BOSCH	INCORPORA EL ESP Y TCS Y FUNCIONES ADICIONALES PARA MAYOR VERSATILIDAD		ESP Y TCS
2001	ABS DE 6 CANALES	BENDIX	INCORPORA ESP Y RSP (CONTRA VOLCAMIENTO)		
2002	ABS MK60	TEVES	SE INSTALA DE SERIE EN VEHICULOS VOLKSWAGEN		

**Tabla1.** Historia del ABS

En la tabla 2, se observa la equivalencia en los tipos de seguridad y estabilidad electrónica, en vehículos actualmente existentes en el mercado automotriz.

<b>PROGRAMA DE ESTABILIDAD ELECTRONICA (ESP)</b>	<b>SISTEMAS SIMILARES DE ESTABILIDAD</b>
AUDI	ALFA ROMEO
BENTLEY	BMW
CHRYSLER	CADILLAC
CITRÖEN	CHEVROLET
FIAT	FERRARI
FORD	GENERAL MOTORS
HONDA	INFINITI
JEEP	JAGUAR
<b>MERCEDES BENZ</b>	LINCOLN
OPEL	MASSERATTI
PEUGEOT	MAZDA
SAAB AUTOMOBILE	NISSAN
SEAT	TOYOTA
VOLKSWAGEN	VOLVO

**Tabla 2.** Marcas de automóviles con ESP y otros sistemas

## **CAPÍTULO II**

# **SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA DEL VEHÍCULO**

### **2.1 GENERALIDADES**

Los fabricantes adaptan las nuevas tecnologías en función de las normas dictadas por organismos internacionales. Realizan investigaciones y análisis estadístico sobre las causas de los accidentes, con la finalidad última de proteger la vida del conductor y los acompañantes.

Hace apenas unos cuantos años, el concepto de seguridad en vehículos era muy diferente. Personas con información insuficiente, acerca del medio automovilístico, aun conservan aquellos viejos parámetros para juzgar las características de un automóvil moderno y todavía podemos escuchar frases: “ya no los hacen como antes”, “mi coche del 51, si que era resistente” y así sucesivamente. Estas frases, sin embargo, encierran una verdad indiscutible. Es cierto, que un vehículo del 51 era muy resistente, pues en una colisión casi no sufría daños, los sufrían los ocupantes. El ahorro en el taller, se gastaba en atención médica de los ocupantes.

La evolución del automóvil, trajo consigo, toda una nueva cultura de la seguridad y por supuesto está cambiando la mentalidad con que se juzgan actualmente las cualidades de los vehículos.

Las características y el comportamiento de los vehículos pueden variar muchísimo. Algunos ceden a los errores de manejo; otros no tanto. Del mismo modo, los diferentes tipos de caminos: sinuosos, curvas muy pronunciadas y sin el suficiente peralte, baches, grava, arena, piedras, encharcamientos, etc., afectan la maniobrabilidad de los automóviles.

Un automóvil sólo puede recibir el calificativo de ser efectivamente seguro, si conjuga, todos los elementos en un todo, en perfecta armonía. Pensado a fondo en cuanto a su construcción. El vehículo debe ser diseñado para apoyar al conductor a superar las críticas situaciones de manejo.

La extensión e incorporación de tantos elementos de seguridad, es deseable, pero también es de suma importancia, la perfecta calidad, tanto del diseño como del material.

Por ejemplo: Un sistema ABS, es determinante en el pronóstico vital en la seguridad vehicular, si no funciona con la debida precisión puede ocasionar un accidente. Por otra parte, una zona de protección primordial del automóvil, que no ha sido adecuadamente estructurada, para todo tipo de impactos, también es determinante de manera vital, así como los cinturones, pueden perder su función protectora, si no son absolutamente resistentes al uso cotidiano.

Las compañías automotrices, han trabajado durante muchos años para conseguir mejorar sus vehículos en materia de seguridad. Actualmente son dos los tipos de seguridad que funcionan en los vehículos, con el objetivo de salvar la vida del conductor: a) Seguridad activa [2] y b) Seguridad pasiva [2].

La llamada integración de la seguridad pasiva y activa, consiste en sincronizar y armonizar sólidamente tres elementos esenciales: I) La confiabilidad en el comportamiento del manejo y frenado en cualquier situación, II) la buena respuesta del motor al efectuar maniobras de rebase, y III) el conductor esté capacitado.

A continuación, describiremos y analizaremos detenidamente cada uno de los componentes esenciales de la seguridad activa y pasiva de un vehículo.

## **2.2 ¿QUE ES LA SEGURIDAD ACTIVA?**

Es el antes de un accidente. A la seguridad activa [14] pertenece todo aquello que sirve para prevenir situaciones de peligro o sea en primer lugar las características técnicas que contribuyen al dominio confiable y/o manejable del automóvil.

Si una situación crítica ha de terminar en accidente, depende primordialmente de la seguridad activa. Esta viene desempeñando, desde que se diseñaron los autos, la cual juega un papel central y preocupante de todos los fabricantes de automóviles.

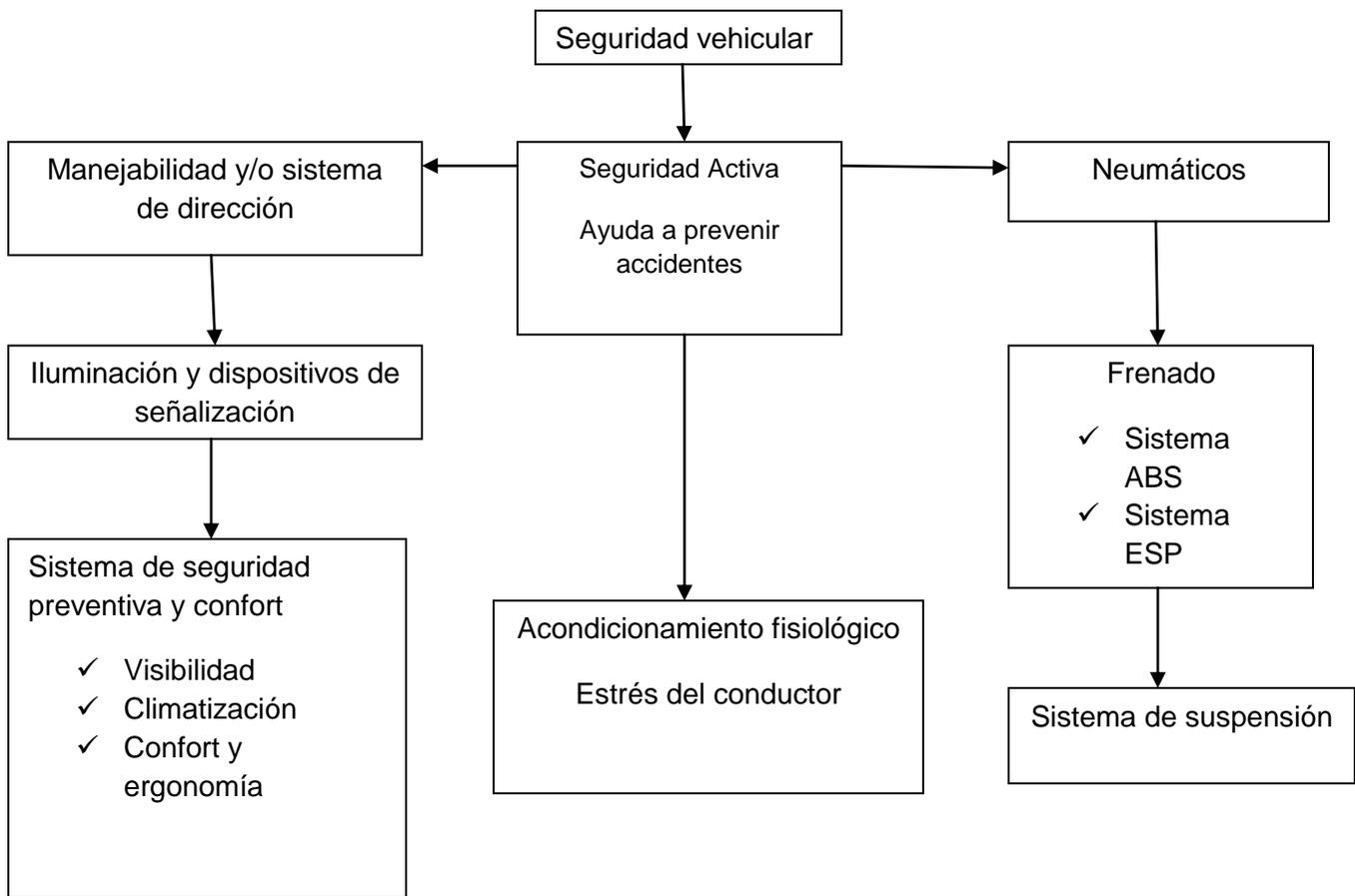
La seguridad activa es el conjunto de todos aquellos elementos que contribuyen a proporcionar una mayor eficacia y estabilidad al vehículo en marcha y en la medida de lo posible, evitar accidentes.

La seguridad activa, está pensada para garantizar el buen funcionamiento de un vehículo en movimiento y responder a las órdenes del conductor. Precisamente, la pericia al volante de éste y la precaución son las claves para evitar un siniestro, siempre y cuando el automóvil responda como lo pide el usuario.

En el sector automotor, el término “seguridad activa” ha referido tradicionalmente a los sistemas que ayudan a prevenir accidentes. Sin embargo, una nueva generación de características de la seguridad que funcionen automáticamente, en respuesta a las señales del sensor, que proporcionan un diagnóstico o panorama del estado del vehículo, también se están refiriendo, como Sistemas de Seguridad Activos.

### **2.2.1 ELEMENTOS DE LA SEGURIDAD ACTIVA**

En la figura 1, presentamos esquemáticamente los principales elementos que integran la Seguridad activa, que vamos ir analizando a detalle, a continuación:



**Figura 1.** Elementos de la seguridad activa.

#### A).- MANEJABILIDAD Y/O SISTEMA DE DIRECCIÓN:

Garantiza la correcta maniobra del vehículo. Los sistemas de Dirección de los coches actuales se endurecen a altas velocidades, para evitar posibles accidentes. Una dirección precisa representa una de las condiciones más importantes para la conducción segura. La precisión también exige una resistencia perceptible de la dirección y suficiente fuerza de retrogiro, de modo que el conductor obtenga la sensación más directa posible, acerca de las condiciones del pavimento y la marcha. Una servodirección o dirección asistida, demasiado

confortable que se deje mover con un sólo dedo a cualquier velocidad de marcha, puede conducir a situaciones de extremo peligro. Por otra parte, las fuerzas de direccionamiento al aparcar y acomodar el coche, deben ser lo más reducidas posibles. Los sistemas de dirección servoasistida, nos permiten hacer menos esfuerzos en el volante a la hora de maniobrar con el coche parado, manteniendo una dirección correcta cuando circulamos a altas velocidades. El sistema en los sistemas de dirección, pretende asegurar un perfecto control del coche, incluso en condiciones límite, (coeficiente de roce diferente para las ruedas delanteras, variaciones rápidas del ángulo de giro).

Las presiones de trabajo del sistema hidráulico, se calibran para que quienes se sientan al volante, sientan constantemente, un alto grado de adherencia de los neumáticos con la carretera, consiguiéndose de ésta manera un grado de seguridad muy alto.

Los fabricantes tras muchos años de investigación, desarrollaron un sistema capaz de regular la servoasistencia en función del régimen, lo cual se traduce en maniobras de aparcamiento más suaves con regímenes bajos del motor, pero redireccionamiento exacto, en regímenes altos.

La asistencia de la dirección (giro del volante) es adaptada según la velocidad de marcha. A velocidades bajas (aparcamiento), el volante va más suave que a velocidades altas para conseguir una dirección más precisa. El sistema funciona mediante un desmultiplicador de las fuerzas del volante, el cual está controlado por una unidad de control electrónica (ECU) que regula la fuerza necesaria, según la velocidad.

#### B).- NEUMATICOS:

Su dibujo es garantía de agarre, incluso en situaciones climatológicas adversas. El compuesto de los neumáticos y su dibujo deben garantizar tracción adecuada en

cualquier clima y condición. Deben estar en las mejores condiciones para obtener la máxima adherencia con el suelo.

El neumático es un órgano de seguridad y único lazo de unión entre el suelo y el vehículo. Su elección dependerá en gran medida del tipo de suelo sobre el que rueda habitualmente el vehículo, así como del modelo que lo monte.

Las funciones del neumático en el vehículo son: soportar la carga, transmitir las fuerzas de aceleración y de frenado, dirigir el vehículo, participar en la suspensión, el confort y participar en la estabilidad.

#### C).- ILUMINACION Y DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACION:

Hasta hace pocos años, la luz que emitían los faros era muy débil y no era blanca. Recientes investigaciones han resuelto estos inconvenientes. Permiten al conductor, ver y ser vistos, lo cual es muy importante. Últimamente también se han implementado en la mayoría de los modelos, las luces llamada de niebla, que aportan un toque más de seguridad en situaciones de caminos sinuosos y zona montañosas y de neblina.

La mejor disposición de los elementos de posición, así como la incorporación de técnicas modernísimas en el alumbrado, nos permiten una conducción segura.

#### D).- FRENADO:

La función del sistema de frenado, es fundamental para la seguridad del conductor y/ o acompañantes.

Los frenos constituyen uno de los más importantes sistemas de seguridad de un automóvil. En virtud de ello, los fabricantes dedican mucho tiempo al desarrollo y diseño de los sistemas de frenado. Prueba de ello, es que hoy en día, podemos

encontrar coches de la talla del Audi S4, Mitsubishi Carisma evo VI o Porsche Carrera, capaces de pasar de 150 km/h a 0 en escasos 75 metros cuando ya han parado.

Todos los sistemas de frenado actuales cuentan con circuitos independientes que permiten frenar con seguridad en caso de que alguno falle. A continuación describiremos, en forma breve, (pues serán objeto de capítulos específicos en nuestra tesina más adelante) los más modernos sistemas de frenado:

#### D1). - SISTEMA ABS

Llamado también sistema antibloqueo. Detiene el vehículo y evita el bloqueo de las ruedas. Es uno de los más modernos y efectivos, pues reducen la distancia de frenado, manteniendo la capacidad de cambiar de dirección para evitar obstáculos, ya que no bloquean las ruedas.

Este sistema lleva un sensor en cada rueda que compara permanentemente, el régimen (velocidad de giro) de cada una de ellas, con el de las restantes. Dicho régimen puede ser diferente en cada rueda, porque en curvas, terrenos deslizantes o en frenadas, cada rueda tiene diferentes velocidades y/o superficies. Los cuatro sensores, están comunicados con una centralita de control. Si se reduce repentinamente el régimen de una sola rueda, la electrónica da aviso del riesgo de bloqueo, a raíz de lo cual se reduce de inmediato la presión hidráulica en el tubo de freno en cuestión, para aumentar a continuación otra vez hasta escasamente debajo del límite de bloqueo.

Este ciclo se desarrolla varias veces por segundo sujeto a vigilancia y regulación electrónicas durante toda la operación de frenado. RESULTADO: el vehículo sigue direccionable y su huella sigue estable.

## D2).- SISTEMA ESP O PROGRAMA DE ESTABILIDAD ELECTRONICA:

Estos sistemas también son conocidos como “antivuelcos”, son muy útiles en caso de que el conductor pierda el control del automóvil. Mediante sensores que miden la velocidad de cada una de las llantas, la posición del volante y la posición del pedal del acelerador, un procesador electrónico determina las acciones a tomar, frenas una o más ruedas o manteniendo las llantas en los apropiados controles de tracción.

El ESP es un sistema electrónico que corrige las pérdidas de trayectoria provocadas por un excesivo subviraje o sobreviraje, actuando sobre los frenos, de manera discriminada independientemente en cada rueda o bien actuando sobre la alimentación, para evitar un exceso de aceleración. Para ello se toma como base toda la infraestructura del ABS y del control de tracción, a lo que se añaden como elementos específicos una serie de mecanismos de medición y unos actuadores, unidos a una centralita de control específica.

Este sistema representa, sin duda, el avance más importante en cuanto a seguridad activa en los últimos veinte años. Pero que nadie piense que es una patente de seguridad porque cuando se superan los límites físicos, con ESP o SIN ESP, el accidente es inevitable.

## E).- SISTEMA DE SUSPENSIÓN:

Las suspensiones tienen una labor importantísima en la seguridad activa. Son el conjunto de elementos que se encargan de apoyar el coche sobre sus ruedas. Esta función, se va haciendo cada día más compleja, pero obedece al mismo principio que los primeros y anticuados sistemas de suspensión. La carrocería del coche, no es una misma pieza, sino que se une a las ruedas a través de elementos elásticos. Las suspensiones delanteras, adoptan soluciones, como las de las ruedas independientes del tipo McPherson[6] con muelles helicoidales descentrados, con lo que se consigue mejorar el confort y estabilidad. Elementos

elásticos diseñados de tal forma que provocan el efecto Anti-dive [8] para evitar que la carrocería se incline y pierda la geometría paralela del coche con la carretera. Suspensiones que facilitan la entrada en curvas y compensen los movimientos en la dirección provocados por nuestra conducción, no muy correcta a veces.

Las suspensiones traseras, adoptan sistemas de óptimo rendimiento, ya probados, pero con muy pocas mejoras, salvo algún sistema utilizado en coches de grandes lujos y prestaciones.

Con éste sistema el automóvil se mantiene estable y absorbe las irregularidades de la carretera. Las barras estabilizadoras conectan las dos ruedas de cada eje y sirven para controlar la inclinación del coche en curvas, evitando así, una salida de la vía.

#### F).- SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD:

Este sistema también llamado, Seguridad preventiva [2]. Esta depende del conjunto de soluciones técnicas y del contenido de elementos que hacen confortable la vida a bordo de un automóvil. Entre los elementos incluidos en este apartado, encontramos:

##### F1).-VISIBILIDAD:

La amplitud de la superficie acristalada, extendida al mayor perímetro posible del vehículo, así como los espejos retrovisores y limpiaparabrisas nos permiten “dominar” la carretera y nos facilitan las maniobras incluso en condiciones atmosféricas desfavorables.

La superficie encristalada del auto, nos permite ubicar la posición de los vehículos que circulan en el tránsito. Para conducir con seguridad, una buena visibilidad periférica es indispensable y mientras más área se cubra, mayor seguridad

tendremos. Los espejos retrovisores cubren el área posterior y parte de los costados del auto. El espejo exterior derecho es convexo para lograr una mayor cobertura.

La visibilidad nocturna, depende de las características de los faros, es decir, de la clase de ampollas reflectoras y ópticos de que esté dotado el vehículo. El objetivo de una iluminación adecuada, no se reduce a obtener la máxima intensidad de la luz o a tener una mayor cantidad de faros o focos. Las calles y carreteras son compartidas con muchos automóviles y se debe respetar el derecho que sus conductores tienen, a ver bien sin ser deslumbrados, por un auto en sentido opuesto con luces no reglamentarias. Para evitar ese inconveniente, se ha recurrido a diversos diseños de faros que modifican el patrón luminoso, tanto en la forma como en la intensidad. De la manera que el haz de luz luminoso es asimétrico, pues es más bajo el alcance del lado izquierdo, para no deslumbrar al conductor del vehículo, que circula en sentido opuesto.

Por otra parte, tenemos las luces de posición, llamadas “estacionamiento”, las luces de freno “stop”: las luces direccionales (intermitentes) y las luces intermitentes de emergencia (hazard). Estas constituyen la iluminación para ser visto y para que los demás usuarios del camino sepan si el conductor de un vehículo, está frenado, si se va detener, si va virar a la izquierda o si el vehículo está parado por cualquier razón.

## F2).- CLIMATIZACION:

Al crear condiciones de viaje ideales, contribuyen de forma importante la temperatura y la humedad dentro de los automóviles.

Por éste motivo, un buen sistema de climatización, que en cualquier estación del año consigue mantener éstos valores mencionados, dentro de los límites idóneos por el cuerpo humano, contribuirá de manera importante en la seguridad preventiva.

Entre los elementos utilizados, referentes a la climatización son de varios tipos: automáticos (climatizador): aquel que una vez seleccionada la temperatura deseada, se encarga de ofrecernos esta condición, controlando automáticamente, todos aquellos factores que necesite, para ofrecernos el máximo grado de confort. Los manuales (acondicionador de aire) que para modificar los factores de humedad y temperatura necesitan de un control manual y puntual, dependiendo de nuestras necesidades.

### F3).-CONFORT Y ERGONOMIA:

La amplitud en el habitáculo, los mandos fáciles de accionar y leer, así como la marcha silenciosa (insonorización), favorecen la concentración en la conducción y hacen más relajados los viajes.

La sensación de bienestar que se ofrece con habitáculos amplios, donde se evalúan todos los aspectos en cuanto a la posición de conducción, así como la de los acompañantes.

La elección de colores claros, puede dar un entorno luminoso y acogedor. Los asientos de diseño sumamente sólidos, evitando todo tipo de ruidos desagradables.

Los respaldos con una variación amplia, en cuanto a regulaciones, que se adapten a las necesidades específicas, de todas las medidas, con mecanismos tipo mariposa (abatimiento) que pueden ajustarse a todas las tallas, asegurando un soporte lumbar y una sujeción lateral perfectas.

Los mandos, todos en posición ergonómica para acceder a ellos fácilmente, sin apartar la vista de la carretera.

Testigos, cuya lectura sea sencilla e inmediata. Además de una iluminación precisa para permitir concentrarnos en la carretera, sobre todo en conducción nocturna.

Un buen nivel sonoro acústico, con la menor cantidad de decibeles, que permitan un alto índice de articulación, que es la posibilidad de hablar con los compañeros de viaje, sin elevar excesivamente el volumen de la voz.

#### G).- ACONDICIONAMIENTO FISIOLÓGICO/CONTROL DEL ESTRÉS:

Se relaciona con la plenitud de condición Físico-Biológica-Social y Psicológica del conductor, que le permitan reaccionar y responder rápida y acertadamente ante un eventual accidente.

Al ir al volante, el conductor tiene que tener concentración plena al tráfico y a todas las demás circunstancias inherentes al conducir.

El conductor va sentado cómoda y relajadamente. Su atención no sufre irritación o descuido por engorrosas búsquedas de los elementos de mando, ni por molestias ambientales, como serían un excesivo calor o frío, ruido o molestias por gases de escape. A este acondicionamiento, se añade la mejor visibilidad posible de día y de noche que protege la vista y los nervios, que permite una conducción previsor, en el sentido más estricto de la palabra y por tanto más segura.

Para el dominio fiable del vehículo, es decisivo, el ir en posición anatómicamente correcta y relajada. A la anatomía se añade la ergonomía: rápido y cómodo acceso a los controles, volante regulable, reposacabeza ajustable, etc.

El conductor experto, debe saber controlar su estrés, muchas veces derivado del propio tráfico vehicular o por factores externos diversos. En ocasiones, las condiciones socioeconómicas familiares, los infantes acompañantes y las crisis del diario vivir, presionan, desestabilizan el área mental y psicológica del conductor

que desencadenan reacciones y conductas riesgosas y temerarias al conducir. Esta situación predomina más en los conductores jóvenes.

Por último, y no menos importante, puntualizar la ausencia absoluta de sustancias toxicológicas y del alcohol al conducir. Es plenamente reconocido su efecto dañino y de consecuencias devastadoras en la estadística Mundial de accidentes.

### **2.3 ¿QUÉ ES LA SEGURIDAD PASIVA?**

La Seguridad Pasiva o Paliativa [14], incluye todas las medidas de precaución que se toman o deben seguirse, para limitar lo más posible, el riesgo de que los participantes sufran lesiones en caso de un accidente. Es el después de un accidente. Otra definición apropiada incluirían a todos los elementos que reducen al mínimo, los daños que se pueden producir cuando el accidente es inevitable.

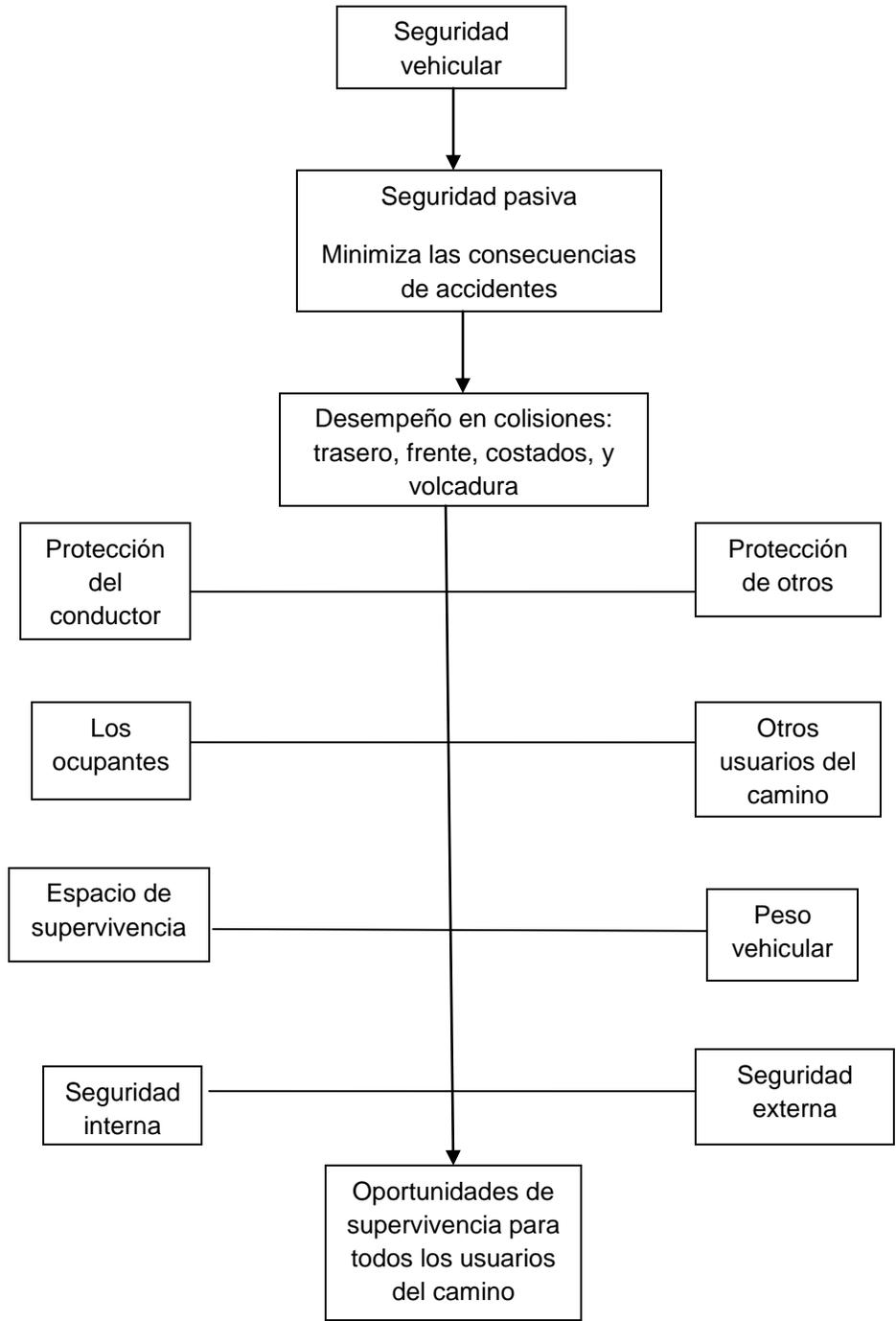
La función principal de la seguridad pasiva es evitar lesiones graves o mortales en los ocupantes, una vez que el accidente no ha podido ser evitado.

No todo accidente es evitable. Para ello es preciso mantener limitadas las consecuencias para el hombre y el vehículo. Seguridad pasiva significa, dado el caso, la mejor protección posible contra lesiones, no sólo para los ocupantes del vehículo, sino también para terceras personas, eventualmente afectadas, sobre todo para peatones y ciclistas.

En la figura 2, podemos visualizar los nuevos criterios o características que las nuevas tecnologías recomiendan, para ser incorporadas a todos los autos de nueva creación, como parte de la Seguridad Pasiva.

#### **2.3.1 FISICA DE LOS ACCIDENTES:**

Las compañías automotrices más famosas a nivel mundial, referente a la Seguridad Pasiva [12] efectúan un mínimo de 30 variantes de pruebas de choque, llamadas “crash test” (figura 3).



**Figura 2.** Tecnología para seguridad pasiva.



**Figura 3** Crash test.

En éstas pruebas se utilizan “DUMMIES”, que son maniqués automotrices diseñados específicamente para registrar el impacto de los choques. Los famosos “dummies”, registran las tensiones, flexiones y presiones resultantes del impacto, así como la información acerca del nivel y gravedad de las presiones, las torsiones e inercias que un cuerpo humano tendría que sufrir en diferentes tipos de colisiones. Estas lecturas son medidas por equipos especiales. Los resultados de estas costosas pruebas, son la materia prima para incorporar mejoras constantes en el diseño, desempeño dinámico de los componentes, las características y comportamiento de la estructura de la carrocería.

Sin duda las computadoras son la herramienta esencial para el desarrollo de nuevos componentes de seguridad.

El principio más importante en materia de seguridad, es el que establece, la consunción de la energía de un impacto, por medio de la deformación programada de elementos de la carrocería. Deformar una plancha es fácil, al fin de cuentas en un impacto, las carrocerías se deforman, pero hablar de deformación programada, implica un modo previsto para lograr que esa deformación, tenga una secuencia ordenada y gradual.

Materiales: para lograr esto, las estructuras, se fabrican con diferentes espesores de material. Empezando con lo más delgado en la parte delantera de los elementos y engrosando progresivamente hacia atrás. De éste modo, según la

magnitud de la colisión, se deformará solamente la parte superada por la fuerza del golpe, absorbiendo con ello la energía del impacto, que de otro modo afectaría a los ocupantes. Además, de esa manera, limita la magnitud del daño, sin afectar el resto de la carrocería, sobre todo al habitáculo de seguridad.

La deformación controlada de las zonas de resistencia progresiva [13], produce mínimos daños, al circular a velocidades menores, máxima estabilidad de la celda del habitáculo. Diseño decididamente enfocado hacia factores de seguridad (Ver figura 4). Ellos constituyen sistemas vanguardistas de retención de ocupantes, acolchados de seguridad y muchos otros detalles constructivos. Si uno sólo de éstos criterios presenta deficiencias, puede reducir o contrarrestar el efecto de los demás. Por ese motivo, los fabricantes de automóviles, dedican a todos esos puntos decisivos sus esmeros y su minuciosidad sin restricción alguna.



**Figura 4** diseño de carrocería deformable.

### **2.3.2 Elementos principales de la seguridad pasiva**

A continuación se describirán detalladamente algunos de los elementos principales de la seguridad pasiva [15]:

#### **2.3.2.1 EL CINTURON DE SEGURIDAD**

Por fortuna, hoy en día, no sólo existe la obligación legal de que los ocupantes de un automóvil, se abrochen los cinturones de seguridad, sino que también esta propagado el reconocimiento de su acierto y beneficio.

Sin embargo, a menudo se pasa por alto, que los cinturones de seguridad, sólo pueden óptimamente su función protectora en determinadas situaciones, Si los ocupantes han de beneficiarse del efecto de retención, exactamente calculado para la zona de contracción, es preciso que los cinturones estén estrechamente ajustados al cuerpo. De no ser así, el coche, ya inició la desaceleración, mientras el ocupante prosigue la trayectoria a toda marcha, para sólo ser interceptado por el cinturón varias fracciones de segundo más tarde

Imprescindibles para cualquier viajero, básicos para la seguridad en caso de impacto. Cuentan con un dispositivo que bloquea el mecanismo, en caso de sufrir una fuerte desaceleración. Evitan que la persona salga despedida o de ser expulsado del coche o golpearse con el interior.

Algunos automóviles vienen provistos de un pretensor. Este es un dispositivo que adelanta la retención y la adherencia al cuerpo de los cinturones de seguridad. Enrolla unos 8 o 9 centímetros de cinta del mismo, cuando detecta por medio de un sensor, que se está produciendo un accidente importante.

Los cinturones automáticos se adaptan relativamente justos al cuerpo, pero en bien del confort, no van tan estrechamente ajustados, como sería lo ideal para un caso de choque, porque la fuerza de muelle, relativamente escasa del enrollador automático, el efecto de inercia tipo bobina cinematográfica y la distancia que establecen las prendas de vestir, hacia el cuerpo de los ocupantes son factores que pueden costar centímetros decisivos en caso de accidentes. A esto se añade una cierta dilatación del cinturón, provocada por las extremas fuerzas de aceleración que intervienen.

El tensor tiene dos ventajas decisivas: Primero: Actúa simultáneamente sobre las bandas de los cinturones para el hombro y para el abdomen, aumentando así la seguridad. No sólo reduce el riesgo de golpear la cabeza contra el volante (en caso de no disponer de Airbag), sino también impide el desplazamiento en avance

sobre el asiento y el riesgo del efecto submarino. Segundo: El sistema no se dispara por efectos pirotécnicos, sino mecánicamente por medio de una muelle. De ésta forma puede renunciarse a complejos sistemas de sensores electrónicos. (Los nuevos modelos de autos ya se están fabricando con sensores).

Cada cinturón debe ser ajustable individualmente a la talla del ocupante, para que en caso de choque, no represente a su vez un riesgo de producir lesiones. Finalmente un sistema de cinturones, debe ofrecer por lo menos, tanto confort como sea necesario, para que el usuario lo utilice de buena manera.

### 2.3.2.2 AIRBAG

Son unas bolsas que, mediante un sistema pirotécnico, se inflan en fracciones de segundo, cuando el coche choca con un objeto sólido a una velocidad considerable. Una bolsa de aire (ver figura 5) que se infla frente al conductor u ocupante del vehículo en caso de colisión es la definición más simple, pero quizás más clara, de uno de los sistemas de seguridad pasiva que más desarrollo está alcanzando en los últimos tiempos.



**Figura 5.** Bolsa de aire

Su objetivo es impedir que los ocupantes se golpeen directamente con alguna parte del vehículo. Otra función es absorber parte de la energía cinética del cuerpo. Proteger a los ocupantes del impacto de cristales, provenientes del

parabrisas y por último disminuir el movimiento de la cabeza y el riesgo de lesiones cervicales.

Actualmente existen bolsas frontales, laterales, tipo cortina (para la cabeza e incluso para las rodillas).

En Europa, el Airbag ha sido diseñado como un complemento del cinturón de seguridad. Este dispositivo es el fruto de investigaciones que se iniciaron cuando las estadísticas demostraron que la primera causa de muerte, en las colisiones frontales, era el impacto del conductor contra la columna de dirección.

Las investigaciones efectuadas hasta la fecha sobre accidentes de tráfico, han demostrado que aproximadamente en el 70% de ellos el AIRBAG hubiera tenido un eficaz efecto protector. Tenemos que saber que para una velocidad superior a 40 km/h la sola actuación del cinturón de seguridad no es suficiente.

Analicemos detenidamente cómo funciona este dispositivo: Tres sensores independientes situados en el vano motor y en el habitáculo, en caso de choque a más de 30 km/h, cierran el circuito eléctrico, a raíz de lo cual un detonador activa un generador de gas, cuyo propulsante sólido hincha en fracciones de segundo la bolsa de aire. Esta se basa en la absorción de la energía cinética del choque mediante la amortiguación que produce una bolsa llena de gas. Al chocar contra la bolsa, que debe estar completamente inflada en ese momento, el cuerpo transmite energía, impidiéndole que se mueva y lesione. El AIRBAG no es una simple almohada, que hace que el impacto sea contra algo blando, sino un complejo sistema amortiguador cuyo valor protector depende de su exacta adaptación al vehículo.

Otra explicación: Al deformarse el vehículo durante un accidente, se producen señales de retardo que dependen de la estructura de éste y del tipo de accidente. Estas señales se utilizan como base para el cálculo de accidente que puede simular una computadora. A partir de los datos obtenidos, se calcula el instante de activación del sistema AIRBAG. El colchón debe inflarse solamente en el momento

preciso. Para analizar mejor el funcionamiento de éste dispositivo, veamos un caso real: supongamos un choque frontal a 50 km/h el AIRBAG, tiene aproximadamente 10 ms para decidir si se activa o no. En éste lapso de tiempo, el microprocesador que incorpora la unidad electrónica, tiene que realizar 10,000 operaciones de cálculo, que serán comparadas con las experiencias de 8,000 simulacros de accidentes. Para que el equipo no falle dos sensores de choque o desaceleración, comienzan a trabajar en paralelo, realizando cada uno su propio proceso de evaluación. Solamente si ambos coinciden en que existe una situación de accidente, se emite la señal de activación del AIRBAG. Además de los dos sensores de deceleración, el otro componente básico es la unidad electrónica de disparo. Esta evalúa los datos emitidos por el sensor de choque, midiendo la deceleración, procesa ésta medida y trasmite la señal de disparo del AIRBAG, tanto del pasajero, como del conductor.

La unidad tiene su propia fuente de alimentación, además de un sistema de auto diagnóstico, de ésta manera, incluso, cuando la batería se desconecte a causa del impacto, a pesar de no funcionar durante años; esto se consigue con la función de auto chequeo. Si hubiera algún fallo, éste será almacenado, al igual que los datos de accidentes que han activado el AIRBAG.

**ELECTRONICA IMPRESCINDIBLE:** sin la ayuda de la electrónica la efectividad del AIRBAG, no sería posible. Este sistema totalmente electrónico, dispone de una lógica de funcionamiento y de una serie de memorias, **FAULT MEMORY Y CRASH MEMORY**, que nos tendrán continuamente informados de todo el proceso, a través de un testigo específico, en el cuadro de instrumentos del coche. El activador no es otra cosa que un microprocesador que analiza la desaceleración del vehículo oportunamente calibrado, a partir de 18 km/h e inicia mediante dos detonadores, la reacción de un compuesto químico que produce nitrógeno. El Nitrógeno infla instantáneamente el cojín de tejido sintético, alojado en centro del volante del vehículo. La información es procesada por un piezosensor ubicado generalmente bajo el suelo del coche, a la altura de los ocupantes de las plazas anteriores. Muchos se plantearon la ubicación en la parte

delantera, pero factores como la deformación progresiva del chasis, etc. Podrían falsear la información, afectando negativamente el funcionamiento del sistema.

Todo sistema electrónico está capacitado para funcionar a temperaturas extremas (por debajo de -20 grados y por encima de los 80), de la misma manera que, en caso de que la alimentación de electricidad se viese interrumpida durante el accidente, un pequeño condensador acumula la energía suficiente para permitir la activación del sistema pirotécnico.

Por último, es importante mencionar que uno de los problemas principales a los que se enfrentó el AIRBAG, fue la legislación Americana en materia de seguridad. El proceso de hinchado, la resistencia del tejido, la producción del gas, la compatibilidad acústica y psicológica y la fiabilidad fueron los puntos más examinados.

No en vano desde 1990, es obligatorio en todos los automóviles. La evolución se encamina hacia la aplicación a las plazas posteriores, el "EUROBAG", que con unas dimensiones más reducidas (sólo 45 cm de diámetro) resultará sensiblemente más barato.

**TIPS PARA EVITAR LESIONES A LA HORA QUE SE INFLE EL AIRBAG, EN CASO DE UNA COLISIÓN:**

- Dejar una distancia de no menos de 30 cm. entre el volante y el esternón del conductor.
- Los niños pequeños deben viajar en la parte trasera del auto con el cinturón de seguridad puesto, ya que en caso de que salgan las bolsas laterales o de rodilla, pueden lastimarlos.
- Hacer uso correcto del volante con la posición tradicional de las 9 y las 3 en la carátula del reloj, para evitar lesiones en brazos y manos.
- Si el volante es de posiciones, ajustarlo de manera que el centro de éste apunte al tórax y no a la cabeza.

- Los asientos para bebés, por ningún motivo deben ser puestos en los asientos delanteros.
- Si un niño viaja en el asiento delantero, deberá hacerlo con cinturón de seguridad, debidamente puesto, con el asiento y respaldo lo más atrás posible, para que no lo asfixie o fracture la bolsa al salir.
- Nunca poner un asiento para bebé, enfrente de una bolsa de aire.

### **2.3.3 ELEMENTOS SECUNDARIOS DE LA SEGURIDAD PASIVA:**

A).- INTERRUPTOR INERCIAL: En los coches modernos, la utilización de bombas de gasolina eléctricas, eran las causantes de un número elevado de incendios, por ésta razón se utiliza el interruptor inercial. Este consiste en un dispositivo de seguridad que interrumpe, en caso de choque, la alimentación de corriente de la bomba de gasolina. Nos permite además, poder volver a arrancar el coche una vez ocurrido el accidente y se está en condiciones de reanudar la marcha.

Si el mecanismo del interruptor, está sometido a una fuerte aceleración, debido al impacto del choque, éste interviene interrumpiendo la alimentación de la bomba de gasolina o de masa del relé de la electro válvula de parada en los coches diesel. De ésta manera, la presión de los conductos de alimentación y en los inyectores, disminuye instantáneamente, el motor se apaga y si se dañasen los conductos de combustible no habría pérdidas de éste.

B).- REPOSACABEZAS: Son los elementos fundamentales en la protección de la persona, frente al latigazo cervical, siempre que se ajusten a la altura de la persona que vaya sentada. El reposacabezas es uno de los dispositivos de seguridad pasiva más importante. Su función es limitar el movimiento del cuello durante una colisión, para reducir las lesiones en las vértebras cervicales. A pesar de que su eficacia está demostrada, generalmente lo usamos inadecuadamente.

C).- CRISTALES: El compuesto del cristal parabrisas está preparado para que, en caso de accidente, no salten astillas que puedan dañar a los pasajeros del vehículo. Las ventanillas laterales son más débiles y se pueden romper. Es la salida más cómoda si en caso de vuelco, las puertas quedan bloqueadas.

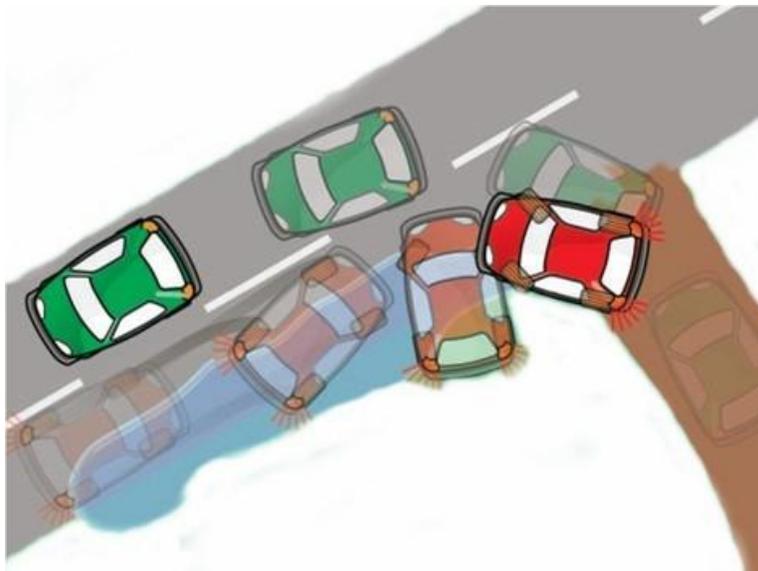
## CAPITULO III SEGURIDAD ACTIVA: ABS Y ASR

### 3.1 SEGURIDAD ACTIVA ABS

#### 3.1.1 ¿Qué quiere decir ABS?

Si contemplamos el ESP como el sistema de orden superior, el ABS [8] viene a ser el origen de todos los sistemas de regulación antideslizamiento. Las primeras regulaciones electrónicas del ABS fueron presentadas en 1969 [1].

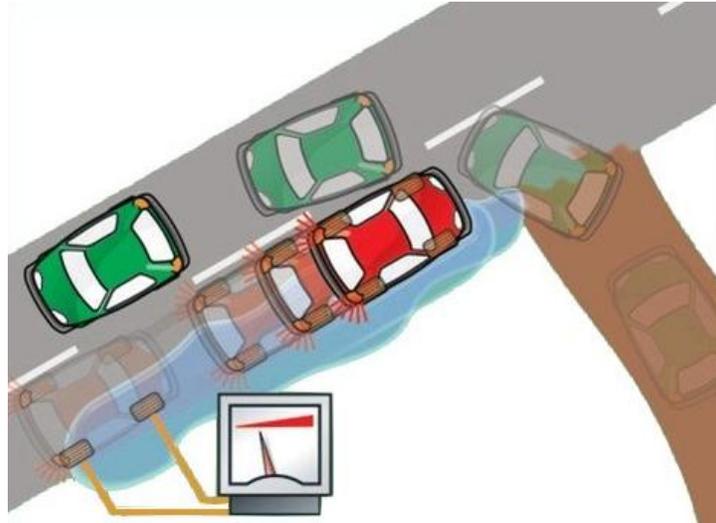
En una frenada de intensidad máxima una o varias ruedas tienden a bloquear más temprano que las demás, por cambiar continuamente las condiciones de fricción entre las ruedas y el pavimento a raíz de numerosos factores que influyen. En el caso de una rueda bloqueada se habla también de un patinaje de 100 %. Las ruedas bloqueadas resbalan sobre el pavimento como una goma de borrar. Con la pérdida de la fricción adherente tampoco se pueden generar fuerzas de guiado lateral para mantener el vehículo en la trayectoria. La inercia hace que el vehículo derrape y por lo tanto se pierde el control (ver figura 6).



**Figura 6** Vehículo sin ABS

Sólo desde que se implantaron los primeros sistemas ABS para la serie se logró reducir eficazmente la peligrosidad de esa situación. El ABS aumenta la

estabilidad de marcha evitando el bloqueo de las ruedas al frenar. Reduce la fuerza de frenado en las ruedas afectadas, de modo que sea posible transmitir la fricción adherente máxima. Esto permite transmitir a su vez nuevamente fuerzas sobre el pavimento y el vehículo se mantiene bajo control (ver figura 7)



**Figura 7** Vehículo con ABS.

### **3.1.2 Funcionamiento**

Cuando se detecta deslizamiento de rueda durante una aplicación de frenos, ocurre un evento ABS. Durante el frenado en antibloqueo, la presión hidráulica en los circuitos individuales de cada rueda es controlada para evitar que cualquier rueda se patine. El ABS puede reducir, mantener o incrementar la presión hidráulica de cada rueda.

Durante el frenado con antibloqueo, se siente una serie de pulsaciones rápidas en el pedal de frenos. Estas pulsaciones son ocasionadas por los rápidos cambios de posición de las válvulas individuales del solenoide a medida que el modulo de control electrónico de los frenos (EBCM) [6] responde a las entradas del sensor de velocidad de la rueda y a los intentos de evitar el deslizamiento de la rueda. Estas pulsaciones en el pedal, se presentan únicamente durante el frenado con antibloqueo, y cesan cuando se vuelve al frenado normal, o cuando el vehículo se

detiene. También es posible percibir un sonido de tic o un tronido a medida que las válvulas solenoides se ciclan rápidamente. Durante el frenado antibloqueo en pavimento seco, se pueden escuchar ruidos de rechinidos intermitentes a medida que las llantas comienzan a deslizarse. Estos ruidos y pulsaciones del pedal se consideran como normales durante una operación de frenado con antibloqueo.

Los vehículos equipados con ABS pueden ser detenidos aplicando una fuerza normal en el pedal de freno. La operación del pedal de frenos durante el frenado normal no es diferente que la de los antiguos sistemas sin ABS. El mantener una fuerza constante en el pedal del freno permite una distancia de parada más corta, y a su vez mantiene la estabilidad del vehículo. La secuencia de activación de ABS típica es la siguiente:

La activación de ABS consta de tres pasos muy importantes en el aspecto de la presión en los frenos, la cual es vital para evitar un accidente.

#### **3.1.2.1 Presión sostenida**

El EBCM cierra la válvula de aislamiento y mantiene cerrada la válvula de trampa para aislar la llanta que se patina cuando esto ocurre. Esto mantiene constante la presión en el freno para que la presión hidráulica no aumente o disminuya.

#### **3.1.2.2 Disminución de la presión**

Si la presión sostenida no corrige la condición de derrape de las llantas, ocurre una disminución de la presión. El EBCM disminuye la presión a las llantas individualmente durante la desaceleración cuando hay un derrape de llantas. La válvula de aislamiento está cerrada y la válvula de descarga está abierta. El exceso de líquido se almacena en el acumulador hasta que la bomba pueda devolver el líquido al cilindro maestro o depósito de líquido.

#### **3.1.2.3 Aumento de presión**

Después de que se corrige el derrape de las llantas, ocurre un incremento de presión. El EBCM incrementa la presión en las ruedas individuales durante la desaceleración a fin de reducir la velocidad de la rueda. La válvula de aislamiento se abre y se cierra la válvula de descarga. La presión incrementada se entrega desde el cilindro maestro.

### **3.1.3 DISTRIBUCION ELECTRÓNICA DE FRENOS**

La distribución electrónica de frenos (EBD) [6] es un sistema de control que mejora la función dosificadora hidráulica de la válvula dosificadora mecánica en el sistema de frenos base. El sistema de control de EBD es parte del software de funcionamiento en el EBCM. La EBD utiliza el control activo con el ABS existente para regular la presión de los frenos traseros del vehículo.

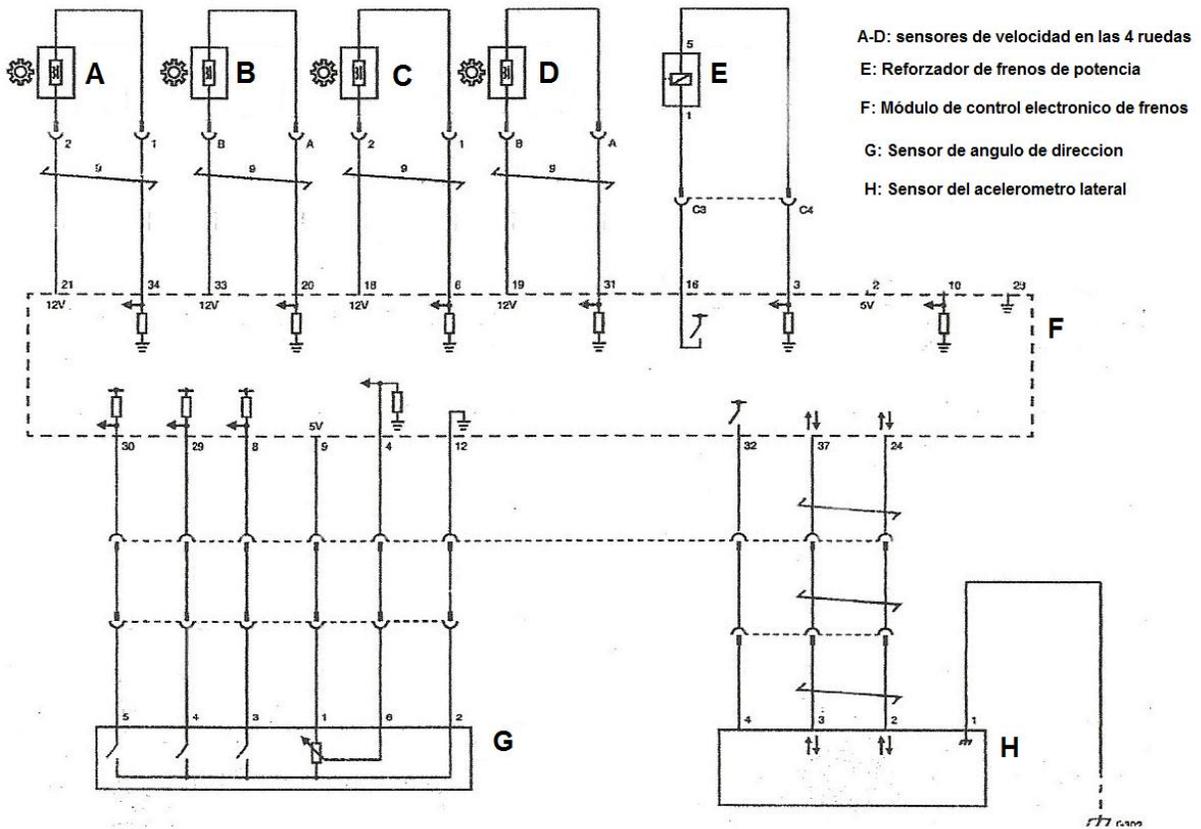
### **3.1.4 SISTEMA DE MEJORA DE LA ESTABILIDAD DEL VEHICULO (VSES)**

El sistema de mejora de la estabilidad del vehículo (VSES) [6] proporciona estabilidad adicional durante maniobras agresivas. El índice de desvío es la cantidad de rotación sobre el eje real vertical del vehículo. El VSES se activa cuando el modulo de control electrónico de freno determina que el índice de desvío deseado no coincide con el índice de desvío real según lo midió el sensor del índice de desvío.

El índice de desvío deseado lo calcula el EBCM utilizando, principalmente, las siguientes entradas.

- La posición del volante
- La velocidad del vehículo
- La aceleración lateral o de los lados del vehículo

Como se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura 8), el EBCM recibe las señales del sensor de ángulo de dirección, sensores de velocidad de cada una de las ruedas del vehículo y sensor de aceleración lateral y de desvío [7].



**Figura 8** EBCM en comunicación con sensores del vehículo.

La diferencia entre el índice de desvío deseado y el índice de desvío real es el error del índice de desvío, el cual es una medida de sobreconducción o sobreviraje. Cuando se detecta un error en el índice de desvío, el EBCM intenta corregir el movimiento de desvío del vehículo al aplicar presión de freno a una o más de las ruedas. La cantidad de presión de freno que se aplica varía, dependiendo de la corrección requerida. El torque del motor también se puede reducir, si es necesario bajar la velocidad del vehículo pero manteniendo la estabilidad.

### 3.1.5 INICIALIZACIÓN DE LOS SENSORES VSES

Es posible que los valores de los sensores del sistema de mejora de la estabilidad del vehículo varíen levemente debido a las diferencias en la temperatura, al montaje del sensor, a las resistencias del conector, la fabricación, etc. Puesto que el VSES es un sistema de control muy preciso y sensible, es muy importante que el modulo de control electrónico de frenos (EBCM) pueda igualar con precisión un voltaje dado del sensor con una unidad de medida real. Por ejemplo, la señal del índice de desvío de un vehículo podría ser de 2.64 voltios a un índice de desvío de +18.0 grados/s mientras que la señal del índice desvió de otro vehículo podría ser de 2.64 voltios a un índice de desvió de 17.5 grados/s Por lo tanto, al inicio de cada ciclo de ignición, el EBCM debe realizar un procedimiento de inicialización para observar la correlación entre los sensores VSES y también para determinar el valor de cada sensor cuando la unidad de medida apropiada es igual a 0. Este voltaje se conoce como el voltaje polarizado del sensor. Aunque es posible que ocurra alguna activación del sistema VSES si fuera necesario antes de la inicialización completa, el sistema no funciona óptimamente hasta que los sensores están completamente inicializados.

Los siguientes sensores del VSES necesitan inicialización:

- El sensor del índice de desvío
- El acelerómetro lateral
- El sensor de posición del cilindro maestro
- El sensor de posición del volante

Cuando la velocidad del vehículo es mayor que 25 km/h, se debe producir la inicialización total de los sensores a 3 km de marcha o a los 1 km de marcha recta y estable, lo que ocurra primero. A pesar de que podría fallar un intento de inicialización debido a las condiciones de manejo, tales como la conducción en carreteras con muchas curvas, por lo general la falla en la inicialización se debe a un sensor con voltaje polarizado que no se encuentra en un rango aceptable. Frecuentemente, se establece un código de falla (DTC) [5] en cuanto falla un

intento de inicialización. El centro de mensajes visualiza el mensaje del sistema de estabilidad desactivado cuando falla la inicialización de un sensor.

### 3.2 Componentes del ABS

Se requieren básicamente de cuatro componentes para el funcionamiento de un sistema **ABS** que a continuación se van a describir:

3.2.1.- **EBCM**: este modulo es una computadora (Ver figura 9) que administra todas las señales de todos los sensores que interactúan con el ABS, la unidad de control [4] recibe la tensión de alimentación a través de la conexión positiva en el ramal de cables del tablero de instrumentos. Incluye una microcomputadora de alta velocidad de procesamiento de datos. En virtud de que se tiene que exigir un alto nivel a no cometer errores, el sistema integra dos unidades procesadoras así como una vigilancia propia de la tensión y a un interfaz para diagnósticos. Ambas unidades procesadoras utilizan software muy parecido para procesar la información y se vigilan mutuamente. En el caso como este, se encuentran configurados por partida doble, se dice que tiene redundancia activa.



**Figura 9.** Modulo EBCM

3.2.2.- Sensor de velocidad (ver figura 10), cada rueda del automóvil cuenta con un sensor de velocidad que determina cuando la rueda está a punto de bloquearse o detenerse totalmente.



**Figura 10.** Sensores de velocidad o sensores de régimen.

Los sensores de velocidad de las ruedas miden la velocidad de las ruedas o bien una distancia o ángulo cubiertos por unidad de tiempo. Un amplio espectro de sistemas usan las señales emitidas por los sensores de velocidad de las ruedas. El funcionamiento del sistema antibloqueo de frenos con sistema EDS (bloqueo de diferencial electrónico) [4], el control de tracción y el programa electrónico de estabilidad, por ejemplo, dependen de información relativa a la velocidad de las ruedas. También los sistemas de navegación GPS (sistema de posicionamiento global) se benefician de las señales emitidas por estos sensores, utilizándolas para calcular la distancia recorrida. Los sensores de velocidad de las ruedas se dividen en sensores pasivos y activos, siendo estos últimos los más extendidos actualmente gracias a sus características técnicas, tales como su precisión y su construcción compacta. Los sensores activos requieren una fuente de energía adicional para funcionar, mientras que los sensores pasivos pueden funcionar sin una fuente de energía externa.

El EBCM envía una señal de voltaje de referencia de 12 voltios a cada sensor de velocidad de la rueda. Mientras gira la rueda, el sensor de velocidad de la rueda produce un voltaje de señal de DC de onda cuadrada. El sensor de velocidad de la rueda aumenta la frecuencia de la señal conforme aumenta la velocidad de la rueda, pero no aumenta la amplitud de la señal.

3.2.3.- Válvulas (ver figura 11): la válvula moderadora de la presión del freno (BPMV) [6] utiliza una configuración de 4 circuitos para controlar la presión hidráulica a cada rueda independientemente.

La BPMV contiene los siguientes componentes:

- Bomba y motor de la bomba ABS
- Cuatro válvulas de entrada
- Cuatro válvulas de salida
- Dos válvulas de aislamiento TC
- Dos válvulas de suministro TC
- Un sensor de presión del cilindro maestro
- Un acumulador de presión baja delantero
- Un acumulador de presión baja trasero



**Figura 11** Válvulas de presión de frenado

3.2.4.- Motor de la bomba de ABS. (Ver figura 12): el motor de la bomba ABS es parte de la válvula moduladora de presión de los frenos. El motor de la bomba de ABS está activo durante las funciones de asistencia de potencia de los frenos base VSES y ABS.

- Relevadores del sistema. Existen dos relevadores del sistema internos en el EBCM. El relevador del solenoide es energizado cuando la ignición se enciende. El relevador del motor de la bomba ABS suministra una ruta de tierra al motor de la bomba ABS cuando el EBCM comanda el motor de la bomba ABS. A los relevadores del sistema no se les puede dar servicio.
- Solenoides. El EBCM comanda los solenoides a ON (encendido) y OFF (apagado) para poner a funcionar las válvulas correctas en la válvula de la BPMV.



**Figura 12.** Bomba de ABS

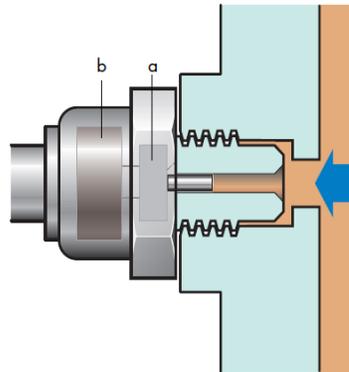
3.2.5.- Solenoide del reforzador de frenos. El reforzador de frenos de potencia es accionado por un solenoide y aplica una fuerza mecánica a una varilla empujadora (actuador) del cilindro maestro de frenos para que el pedal del freno se accione.

3.2.6.- Sensor de vacío del reforzador de los frenos. El sensor de vacío del reforzador de los frenos es una entrada al EBCM y hace funcionar el motor de la bomba del ABS para precargar el sistema de frenos.

3.2.7.- Sensor de presión del cilindro maestro. Este sensor se encuentra dentro de la BPMV. El sensor de presión de cilindro maestro utiliza una referencia de 5 voltios y genera una señal de salida proporcional a la presión del líquido hidráulico, el cual está presente en el circuito de frenos delantero en el cilindro maestro, El transmisor de presión de frenado informa a la unidad de control acerca de la presión actual en el circuito de frenado. Con ayuda de esta información, la unidad de control calcula las fuerzas de frenado de las ruedas y, con éstas, las fuerzas

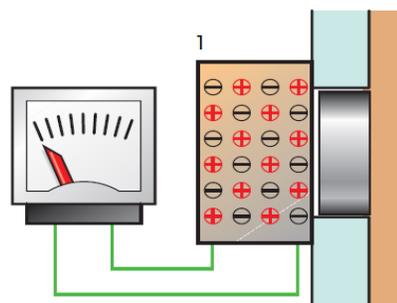
longitudinales que actúan sobre el vehículo. Si resulta necesaria una intervención del ESP, la unidad de control integra este valor en el cálculo de las fuerzas de guiado lateral.

La pieza principal del sensor es un elemento piezoeléctrico [5] (a), sobre el cual puede actuar la presión del líquido de frenos, e incluye la electrónica del sensor (b) (Ver figura 13).



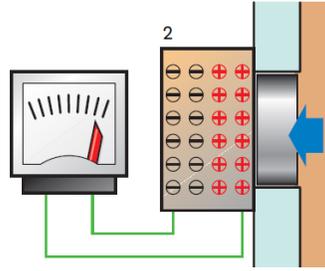
**Figura 13.** Presión del líquido de frenos.

Al actuar la presión del líquido de frenos sobre el elemento piezoeléctrico varía el reparto de las cargas en el elemento. Sin la actuación de la presión, las cargas tienen un reparto uniforme (1). Al actuar una presión, las cargas se desplazan espacialmente, produciéndose una tensión eléctrica (Ver figura 14).



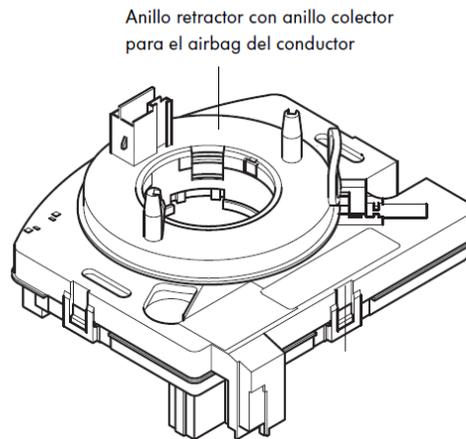
**Figura 14.** Las cargas se dispersan

Cuanto mayor es la presión, tanto más intensamente se separan las cargas (Ver figura 15). La tensión aumenta (2). En el circuito electrónico incorporado se intensifica la tensión y se transmite como señal hacia la unidad de control. La magnitud de la tensión constituye de esa forma una medida directa de la presión reinante en el sistema de frenos.



**Figura 15.** Las cargas se separan.

3.2.8- Sensor de posición del volante (Ver figura 16). Este sensor va colocado en la columna de dirección, entre el mando combinado y el volante. El anillo retractor con anillo colector para el airbag está integrado en el sensor de ángulo de dirección y alojado en su parte inferior. El EBCM recibe varias entradas del sensor de posición del volante. Tres entradas de señal de onda cuadrada digital y una entrada de señal analógica están cableadas directamente al conector del EBCM. El EBCM utiliza 2 señales para determinar el movimiento de posición y utiliza las señales analógicas y de índice para determinar el centro absoluto. El estado de todas las señales también se supervisan. El sensor recibe tierra y energía de 5 voltios directamente del EBCM. El transmisor se encarga de transmitir el ángulo de giro del volante a la unidad de control para ABS con EDS/ASR/ESP [8]. Se registra un ángulo de  $\pm 720^\circ$ , equivalente a cuatro vueltas completas del volante. Es el único sensor del sistema ESP, que transmite su información directamente a través del bus de comunicaciones hacia la unidad de control. Después de conectar el encendido se inicializa el sensor, en cuanto se gira el volante a 4.5 grados, lo que equivale a un giro de aproximadamente 1.5 cm.

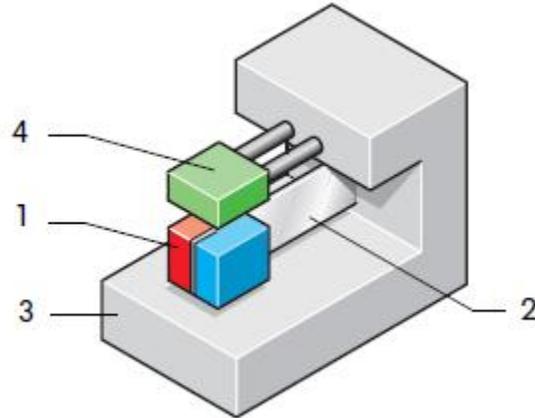


**Figura 16** Sensor de Angulo de Dirección

9.- Sensor del índice de desvío. El EBCM utiliza el sensor del índice de desvío para determinar el índice de rotación a lo largo del eje vertical del vehículo.

10.- Acelerómetro lateral [5].- por motivos físicos es conveniente que este dispositivo este instalado lo más cerca del centro de gravedad del vehículo. Por este motivo se instala en el vano reposa pies, debajo del asiento del conductor. Su misión es detectar si existen fuerzas laterales que tratan de sacar al vehículo de su trayectoria prevista, y en caso afirmativo, detecta su intensidad.

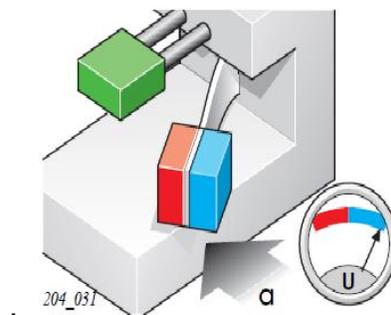
Representado de forma simplificada (Ver figura 17), el transmisor de aceleración transversal consta un imán permanente (1), un muelle (2), una placa amortiguadora (3) y un sensor Hall [3]. El imán permanente, el muelle y la placa amortiguadora constituyen un sistema magnético. El imán está comunicado fijamente con el muelle y puede oscilar por medio de la placa amortiguadora.



**Figura 17** Transmisor de aceleración transversal

### Funcionamiento del acelerómetro lateral

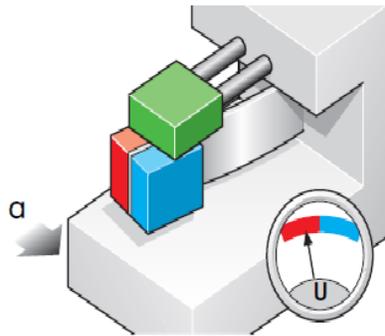
Al actuar una aceleración transversal en el vehículo ( $a$ ), el imán permanente, debido a su inercia de la masa, sólo acompaña con retardo el movimiento generado. Eso significa, que la placa amortiguadora se aleja conjuntamente con la carcasa del sensor y con todo el vehículo (ver figura 18), debajo del imán permanente, el cual se mantiene primeramente en reposo.



**Figura 18** Aceleración transversal que actúa en el vehículo.

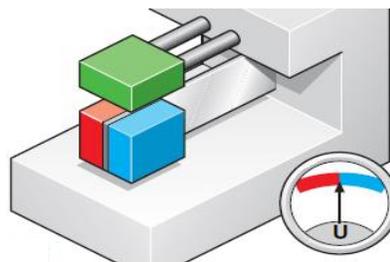
Con este movimiento se generan corrientes eléctricas de Foucault [2] en la placa amortiguadora, las cuales generan a su vez un campo magnético contrario al del

imán permanente. Debido a ello se debilita la intensidad del campo magnético general. Esto provoca una modificación en la tensión Hall ( $U$ ) (ver figura 19). La variación que experimenta la tensión es directamente proporcional a la intensidad de la aceleración transversal. Esto significa, que cuanto más intenso es el movimiento entre la placa amortiguadora y el imán, tanto más se debilita el campo magnético y tanto más claramente varía la tensión de Hall. Al no existir ninguna aceleración transversal, la tensión de Hall se mantiene constante.



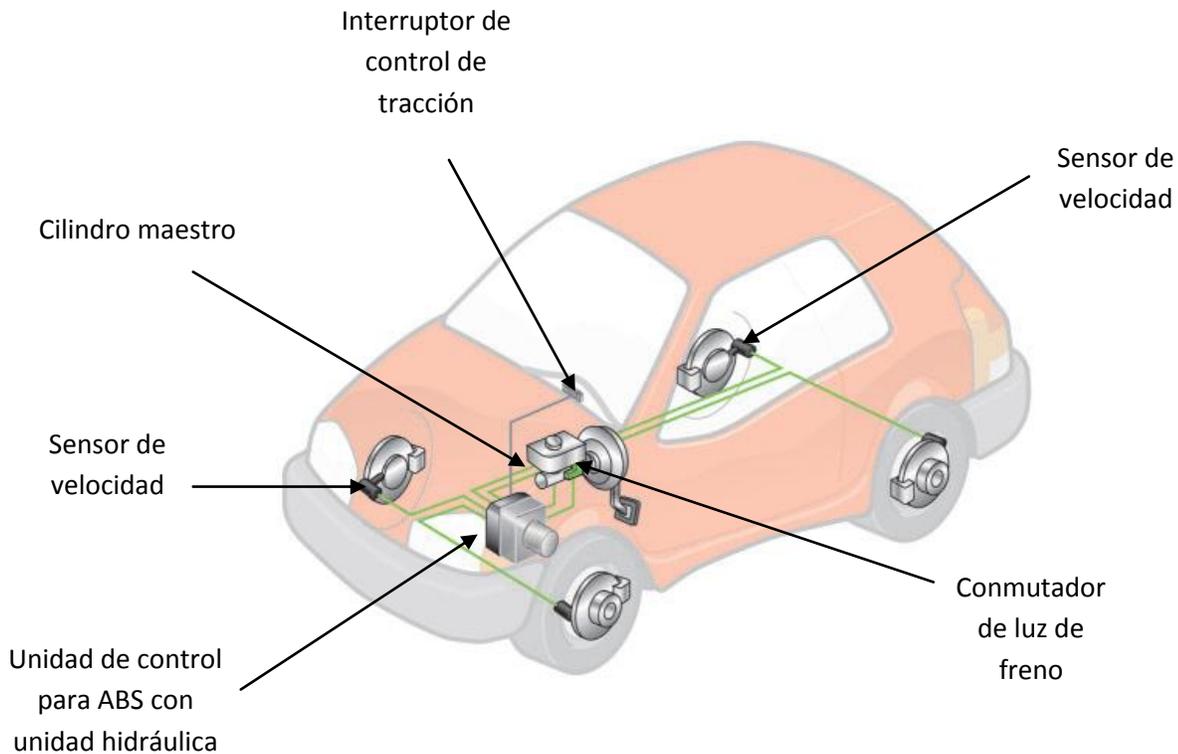
**Figura 19.** Modificación en la tensión Hall.

Esto significa, que cuanto más intenso es el movimiento entre la placa amortiguadora y el imán, tanto más se debilita el campo magnético y tanto más claramente varía la tensión de Hall. Al no existir ninguna aceleración transversal, la tensión de Hall se mantiene constante (ver figura 20).



**Figura 20.** Tensión Hall constante

En la figura 21 se puede apreciar en donde se encuentra cada uno de estos componentes.



**Figura 21.** Componentes del ABS.

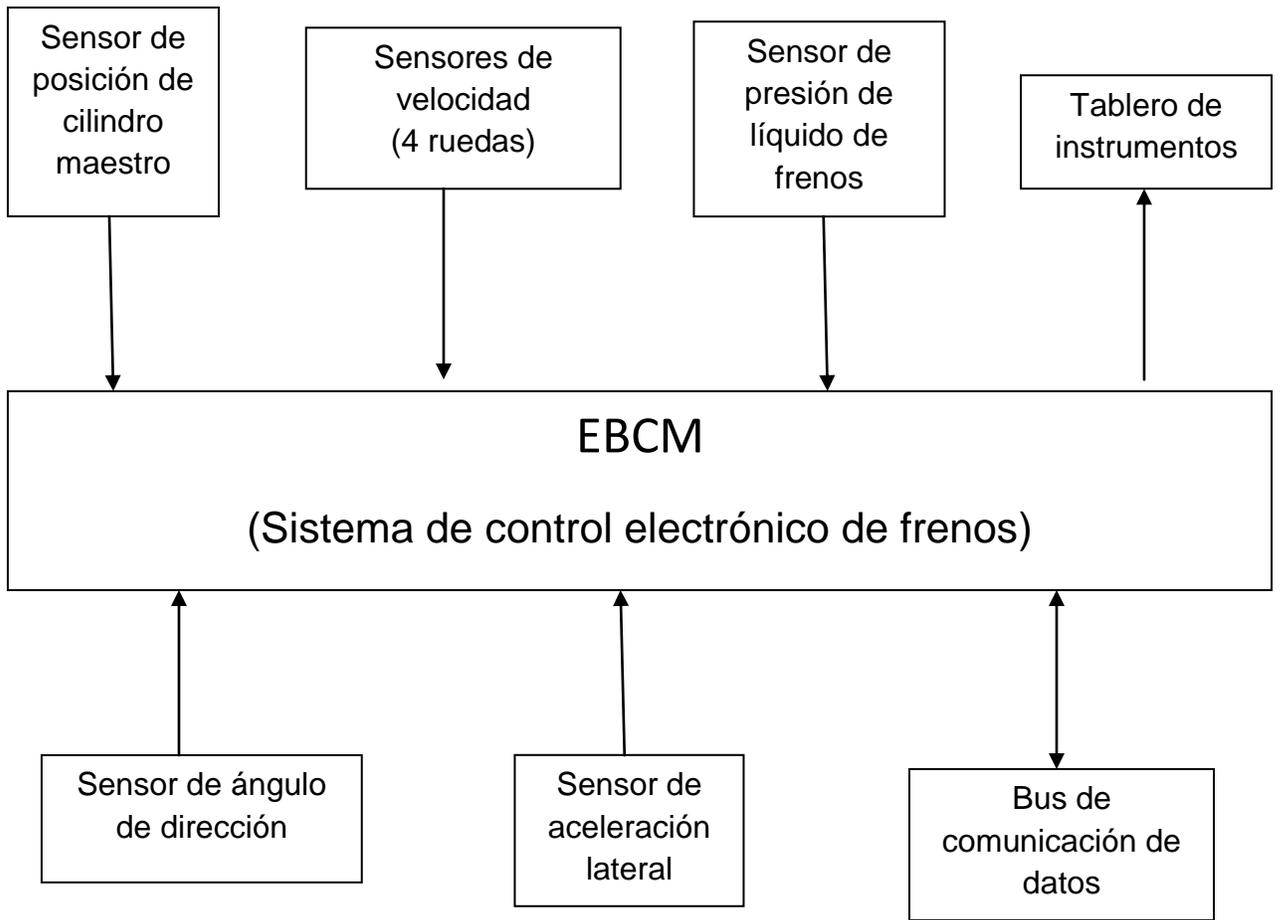
El reparto del sistema en dos circuitos de frenado sirve a la seguridad del vehículo. Si se avería un circuito puede seguirse parando el vehículo con ayuda del segundo circuito de frenado. El reparto puede estar dispuesto hacia los ejes delantero y trasero o bien puede ser en diagonal (rueda delantera izquierda / rueda trasera derecha y rueda delantera derecha / rueda trasera izquierda). Por regla general se aplica el reparto en diagonal.

En cada circuito se asigna una válvula ABS de entrada y una válvula ABS de salida a cada regulador de líquido de frenos en cada rueda. De esa forma se puede excitar individualmente cada uno de los frenos de las ruedas. El

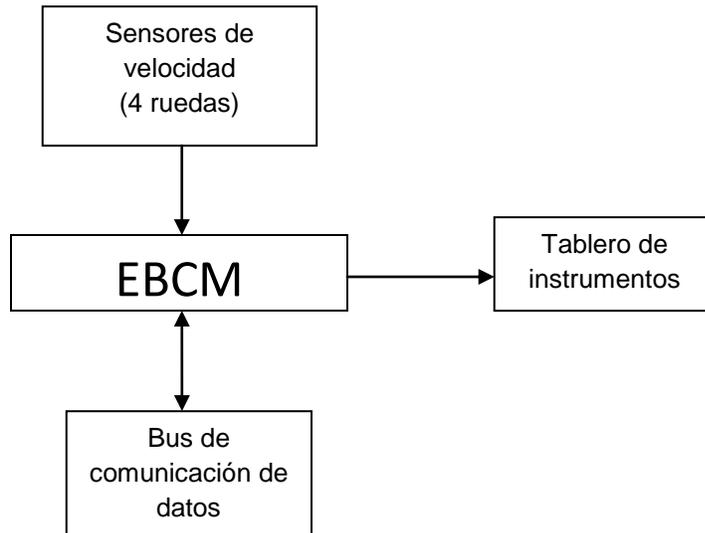
acumulador de baja presión en cada circuito respalda la despresurización rápida del bombín de freno en la rueda.

El retorno del líquido hidráulico desde el acumulador de baja presión hacia el depósito corre a cargo de la bomba de retorno. Está diseñada de modo que cada circuito disponga de una etapa de retorno propia y con accionamiento a través de un motor eléctrico en común.

Se observa la función de la unidad de control llamada ECU o EBCM que es la que controla, registra y se comunica con cada uno de los sensores del automóvil. Cuenta también con un bus de comunicación para que, con la ayuda de un scanner especial llamado Tech 2, que se conecta al vehículo, se diagnostique si el vehículo está fallando en alguno de los diferentes componentes electrónicos que controla. Este diagrama es de un automóvil reciente modelo 2010 (ver figura 22) como se puede observar tiene comunicación con todos los sensores y módulos del auto, en cambio en el segundo diagrama, que es de un modelo 1991 (ver figura 23) el modulo EBCM no tiene comunicación con todos los sensores, cada uno de los sensores eran controlados por separado y era mas fácil reemplazar uno de estos módulos en caso de que fallaran. En la actualidad estos módulos son mas difíciles de reparar ya que viene todo en conjunto y su costo es aun mayor y por eso la mayoría de las agencias automotrices optan por cambiar el modulo completo aun cuando otros sensores funcionen bien.



**Figura 22** Diagrama a bloques 1



**Figura 23** Diagrama a bloques 2

### 3.3 REGULACION ANTIDESLIZAMIENTO DE LA TRACCION (ASR)

Para que el ser humano pueda reaccionar ante el mundo que lo rodea y esquivar por ejemplo un peligro que se le acerca tiene que poder percibir (detectar) su entorno. Para esos efectos utilizamos los sentidos que se nos han sido dados por naturaleza (ver figura 24). Tenemos sensores ópticos (vista), sensores acústicos y el sentido del equilibrio (oído), sensores, que reaccionan ante sustancias químicas (olfato y gusto) y sensores que reaccionan ante un contacto físico (tacto) o temperatura. Nuestro oído representa una combinación agrupada de varios sensores, porque nos permiten detectar por el igual el sonido y la aceleración. Una situación comparable viene dada en los vehículos y sus sistemas de regulación antideslizamiento y asistencia [9]. Para que puedan funcionar adecuadamente tienen que disponer de sensores para detectar las condiciones de la marcha (ver figura 25). Se trata sobre todo de sensores de régimen a si como sensores de aceleración y pares de fuerzas.

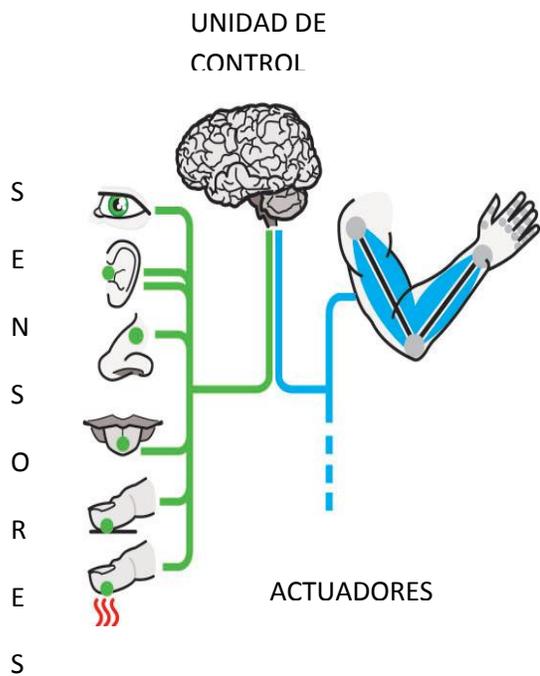


Figura 24 Sensores del ser humano

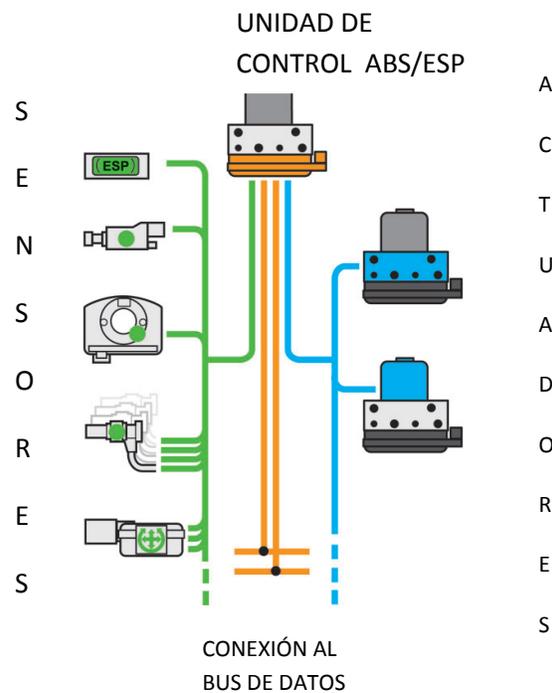


Figura 25 sensores del vehículo

#### 3.3.1 SENSORES DE REGIMEN PASIVOS Y ACTIVOS

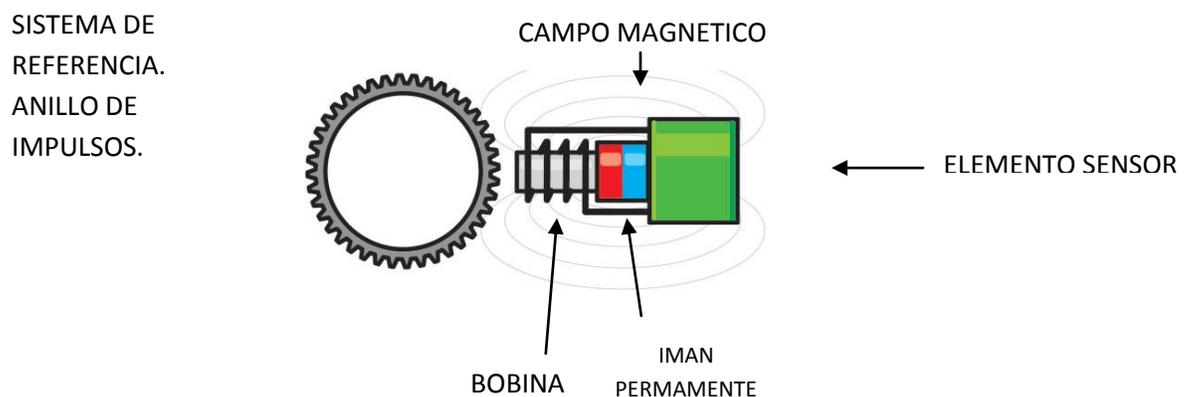
Ambos tipos de sensores sirven para informar al sistema acerca de la velocidad del vehículo y, lo que es más importante, acerca de los regímenes de revoluciones en cada una de las ruedas. Analizan las diferencias entre el régimen de las ruedas y los sistemas calculan si los neumáticos se encuentran sobre un pavimento con adherencia desigual y si existe el riesgo de incurrir en una situación dinámica crítica al frenar.

### 3.3.2 SENSORES DE REGIMEN PASIVOS

Son una de las generaciones más antiguas de los sensores de régimen. No poseen una alimentación de corriente propia. Suelen trabajar según el principio inductivo.

#### 3.3.2.1 ARQUITECTURA

Para la medición de régimen se necesita fundamentalmente un elemento sensor y un sistema de referencia (ver figura 26). El elemento sensor consta de una bobina enrollada en torno a un núcleo de hierro y a un imán permanente. El sistema de referencia se constituye por medio de un anillo dentado (anillo de impulsos). Los sensores de régimen aparte los sensores de aceleración en el sistema ESP, suministran la información fundamental.

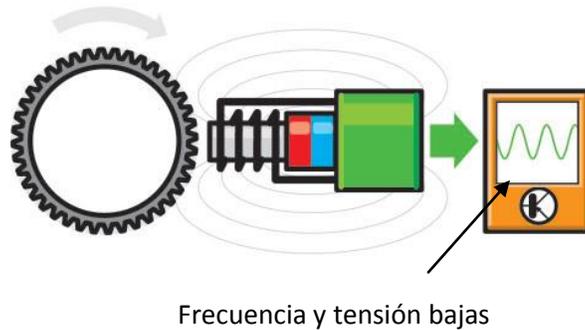


**Figura 26** Sensor y sistema de referencia

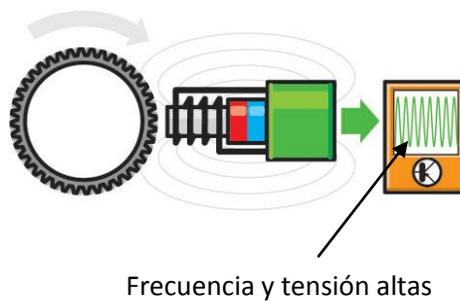
#### 3.3.2.2 FUNCIONAMIENTO

Se hace pasar una pieza de hierro a través del campo de un imán permanente se provoca una variación en la intensidad y geometría del campo magnético. Esta variación del campo magnético puede reconocerse con ayuda de una bobina, porque con la variación del campo magnético en la bobina se induce una tensión que se puede medir. De ahí este tipo de sensores recibe el nombre de inductivos. Cada diente del anillo de impulsos que ingresa en el campo magnético del sensor engendra, por tanto, una tensión inductiva (ver figura 27).

La secuencia de los picos de tensión dentro de un intervalo (frecuencia) permite calcular el régimen de revoluciones o bien la velocidad de la rueda a régimen alto (ver figura 28).



**Figura 27** Señal del sensor a régimen bajo



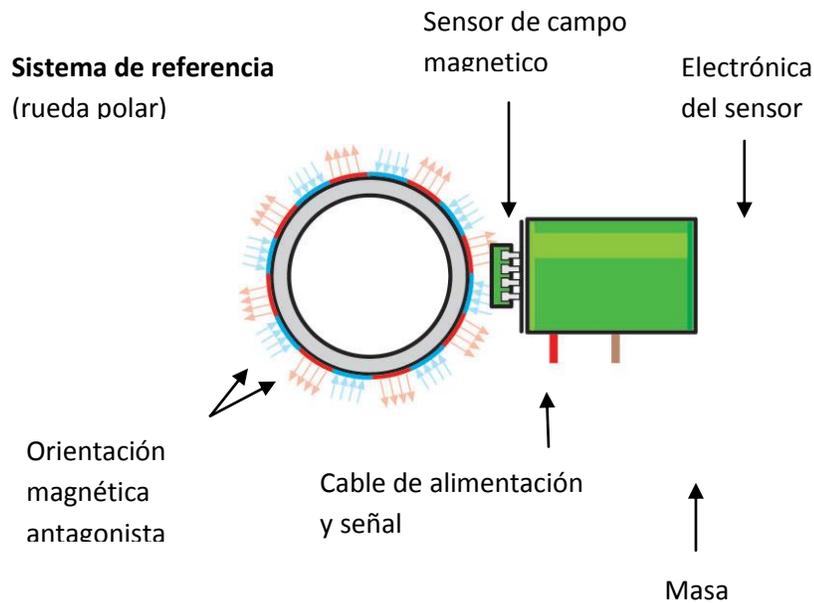
**Figura 28** Señal del sensor a régimen alto

### 3.3.2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La ventaja de los sensores inductivos, pasivos, para el régimen de revoluciones de ruedas, reside en la construcción simple de los componentes. El inconveniente es que necesitan una distancia exacta entre la rueda generatriz y el sensor. Los sensores inductivos, pasivos para captar el régimen son también más pesados ya que requieren un mayor espacio para la instalación. Debido a que no sólo la frecuencia es la que depende del régimen de revoluciones de la rueda generatriz, sino también la tensión de la señal, los sensores pasivos suministran solamente señales con tensiones más bajas en comparación con los sensores activos.

### 3.3.3 SENSORES DE REGIMEN ACTIVOS

En contraste con los sensores pasivos, los activos disponen de una alimentación de tensión propia. Es de unos 12 voltios. El funcionamiento de los sensores de régimen activos se basa en el principio de Hall (ver figura 29)



**Figura 29** Efecto Hall.

#### 3.3.3.1 ARQUITECTURA

También los sensores de régimen activos están compuestos por un elemento sensor y un sistema de referencia. El elemento sensor consta de un sensor de campo magnético con electrónica. El sistema de referencia está constituido por un anillo de plástico con zonas de la superficie magnetizadas en la rueda polar.

### 3.3.3.2 FUNCIONAMIENTO

Se hace pasar un sensor de campo magnético a través de un campo magnético cambiante y, varía su tensión de Hall, o bien, según el principio magnetorresistivo, varía la resistencia. Cuanto más rápidamente pasan ante el sensor de campo magnético los campos de polaridad alterna en el anillo de referencia, tanto más frecuentemente varía la tensión de Hall. También con este tipo de sensor se calcula por ello el régimen y la velocidad de las ruedas analizando la frecuencia con que varía la tensión.

### 3.3.3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Los sensores de régimen activos suministran un resultado uniformemente exacto en todo el margen de medición, porque la intensidad de la señal no depende del régimen, sino que viene determinada por corrientes definidas.

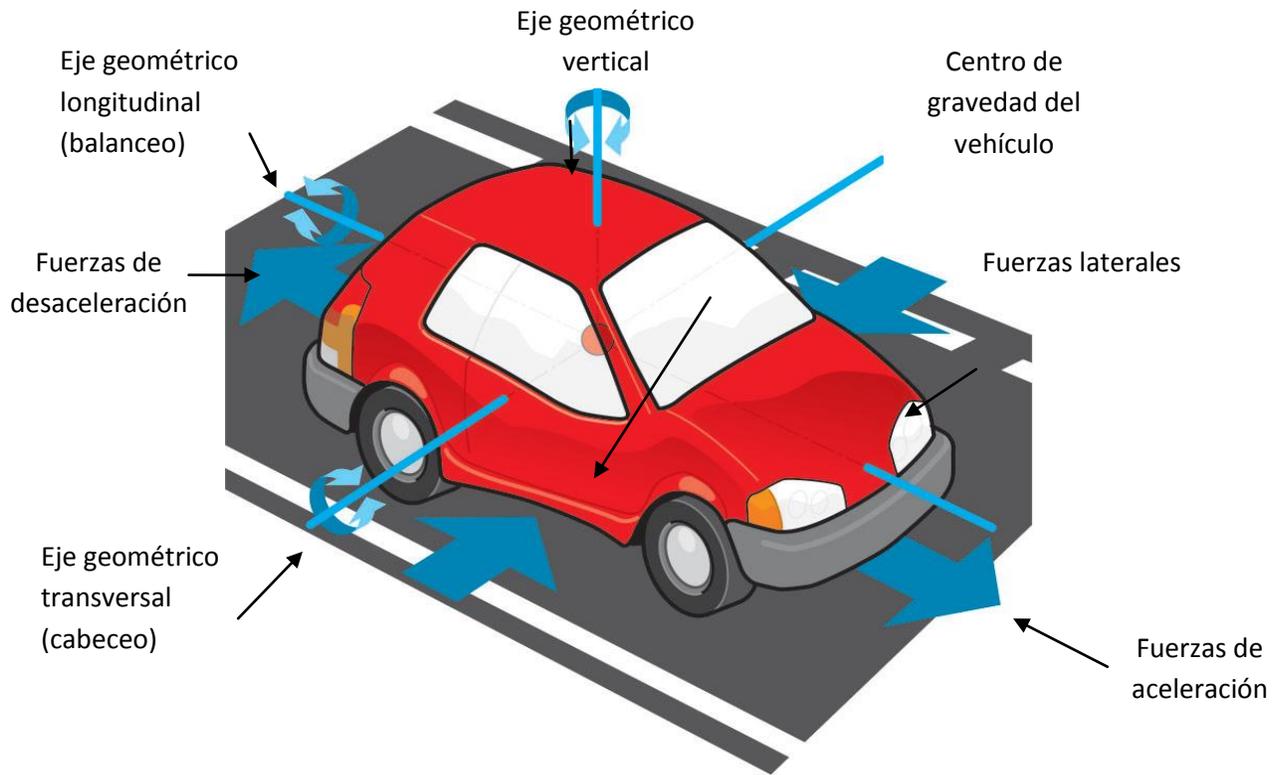
El inconveniente es que presentan unas condiciones menos propicias para comprobarlos con un óhmetro.

### 3.3.4 SENSORES DE ACELERACION

Representan el segundo grupo de sensores [3], muy importantes para los sistemas de regulación antideslizamiento. Las diferentes funciones reciben a través de ellos la información acerca de la dirección en la que acelera o desacelera el vehículo y sobre si interviene un semigiro en torno al eje geométrico vertical del vehículo (ver figura 30), llamado guiñada.

Con ayuda de estos datos, los sistemas de regulación deducen en qué dirección se mueve el vehículo en realidad y qué fuerzas actúan sobre él influyendo en caso dado sobre el sentido del movimiento. En virtud de que estos sensores pueden

reaccionar de un modo muy sensible resulta posible detectar situaciones críticas desde sus propios comienzos e implementar medidas correctivas.



**Figura 30** Ejes geométricos del vehículo

# **CAPÍTULO IV SEGURIDAD ACTIVA:**

## **ESP (Electronic Stability Program)**

### **4.1 GENERALIDADES**

ESP significa hoy en día “Programa electrónico de estabilización”. El ESP [10] detecta oportunamente, con ayuda de sus sensores, que se avecina una situación crítica de la marcha. A raíz de ello el ESP gestiona de forma automática sus medidas correctivas a base de frenar selectivamente ruedas específicas y de intervenir en caso dado en la gestión del motor y del cambio, de modo que se conserve la estabilidad de marcha y la direccionabilidad.

El ESP es el sistema de regulación antideslizamiento que más desarrollado se encuentra en la actualidad. No es un sistema individual, sino que integra los sistemas de control de patinaje de ruedas ABS, EDS, GMB, ASR [10]. Cada uno de estos sistemas parciales puede trabajar de forma independiente o también compartida con los demás. El ESP está asignado en un nivel jerárquicamente superior ante los demás sistemas, como el ABS y el ASR entre otros.

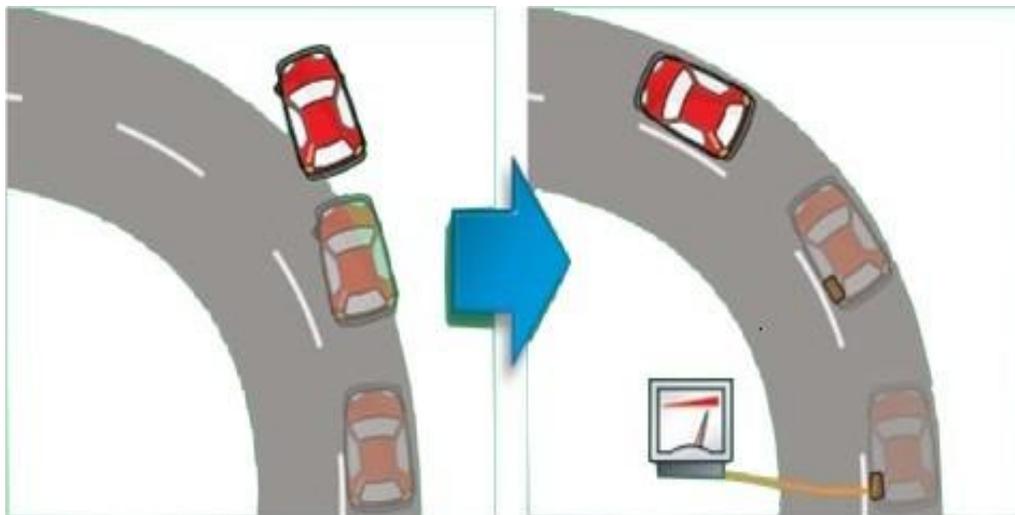
El programa electrónico de estabilización ESP decide en qué condiciones dinámicas se han de aplicar cuáles sistemas de regulación antideslizamiento y gestiona su interacción.

El ESP se encuentra permanentemente dispuesto. La detección de situaciones dinámicas críticas se basa en una comparación entre lo que quiere el conductor y el comportamiento efectivo del vehículo. Si estos criterios difieren entre sí comienza la intervención reguladora del ESP. Según la situación, el ESP reduce la entrega de par del motor y suprime ciclos de cambios de marchas en las transmisiones automáticas. Después de ello, el ESP estabiliza el comportamiento del vehículo frenando de forma selectiva una o varias ruedas. La intervención

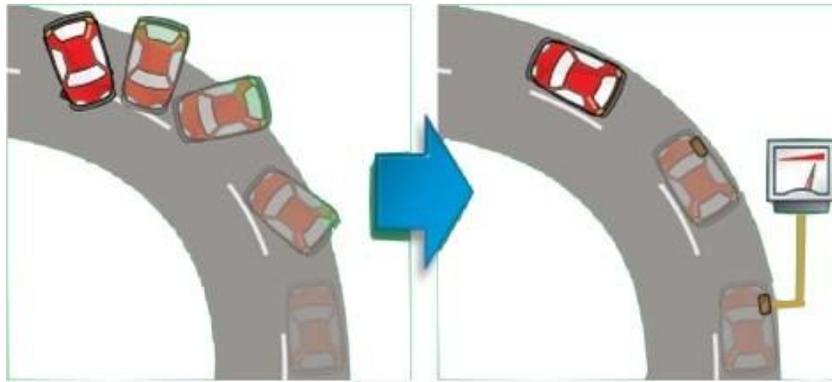
reguladora tarda el tiempo que sea necesario hasta haberse corregido todas las condiciones dinámicas inestables, es decir, hasta que se alcance nuevamente el valor teórico.

## 4.2 Subviraje y Sobreviraje

Si se produce un subviraje [10] se realiza primero una intervención en la gestión del motor al frenar ruedas específicas, el ESP genera una guiñada en torno al eje geométrico vertical del vehículo. Esta guiñada actúa en contra del sentido de movimiento del vehículo y estabiliza la trayectoria en la dirección deseada. De esta forma se impiden eficazmente los peligrosos fenómenos de subviraje (ver figura 31) y sobreviraje [10] (ver figura 32). Mientras que en el caso del sobreviraje se efectúa primero una intervención en los frenos.



**Figura 31** Subviraje de Frenado en la rueda trasera izquierda



**Figura 32** Sobreviraje al frenar la rueda delantera exterior de la curva.

Un ejemplo típico del funcionamiento del ESP es en una maniobra para esquivar un objeto.

Vehículo sin ESP

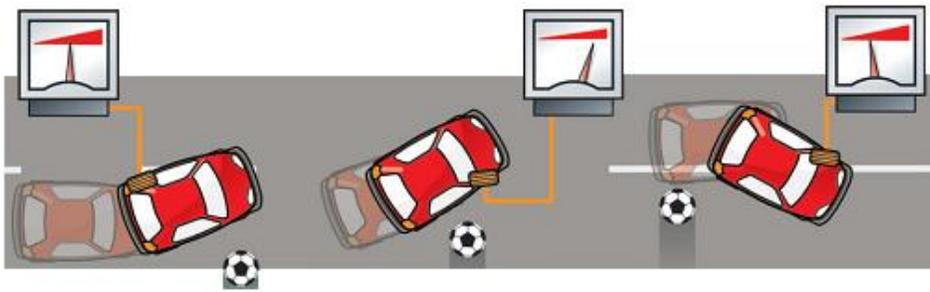
El vehículo sin ESP (ver figura 33) tiene que esquivar un obstáculo que surge repentinamente. El conductor volantea primero muy rápidamente a la izquierda e inmediatamente después vuelve a volantar a la derecha. El vehículo oscila a raíz de los movimientos de la dirección y se le derrapa la trasera. El giro en torno al eje vertical ya no es controlable por el conductor.



**Figura 33** Vehículo sin ESP

## Vehículo con ESP

El vehículo con ESP (ver figura 34) trata de esquivar el obstáculo. El ESP detecta que el vehículo tiende a virar hacia la izquierda. El movimiento de dirección es apoyado primeramente a base de frenar la rueda trasera izquierda. Al mismo tiempo se produce una intervención en la gestión del motor a través del bus de datos, para reducir la entrega de potencia de la tracción y frenar adicionalmente el vehículo a través del par de inercia del motor.



**Figura 34** Vehículo con ESP

Al recorrer el vehículo el arco hacia la izquierda, el conductor volantea a la derecha. Para apoyar el contravolante se frena la rueda delantera derecha. En virtud de que el conductor quiere volver a su trayectoria original, tiene que volantear nuevamente a la izquierda. El cambio de trayectoria que antecede puede hacer que el vehículo inicie oscilaciones crecientes en torno al eje vertical. Para evitar que la trasera se salga de la trayectoria se frena la rueda delantera izquierda.

### 4.3 Estructura del sistema ESP

El sistema ESP consta básicamente de los siguientes componentes:

- Unidad de control para ABS/ESP
- Unidad hidráulica con bomba de retorno eléctrica
- Cuatro sensores de velocidad (uno en cada rueda)
- Sensor de presión de frenado
- Tecla para ASR/ESP
- Conmutador de luz de freno
- Testigo luminoso para sistema de frenos
- Testigo luminoso para ABS/ESP/ASR (ubicados en el tablero del vehículo)
- Unidad de sensores para ESP
- Sensor de ángulo de dirección

El sistema ESP recurre en gran parte a los componentes de ABS y ASR. Hay una unidad de control con el software correspondiente y una unidad hidráulica con bomba de retorno para regular las presiones de frenado. La unidad hidráulica tiene que estar diseñada para ASR a las cuatro ruedas. Con ayuda de testigos luminosos en el cuadro de instrumentos se informa al conductor acerca de las intervenciones de regulación que tienen lugar y acerca del estado en que se encuentra el sistema ESP. La función ESP/ASR puede ser desactivada con una tecla que se instala en el tablero de instrumentos. En ciertos vehículos, por ejemplo en el Tiguan, solamente se desactiva la función ASR. Otros sistemas de frenado, tales como el ABS, se mantienen activos incluso estando desactivada la función del ESP.

El sistema se desglosa en los sensores destinados a detectar lo que quiere el conductor y los destinados a detectar el comportamiento dinámico del vehículo.

Las aspiraciones del conductor se detectan mediante:

- sensor de ángulo de dirección,
- información de la unidad de control del motor,
- conmutador de luz de freno
- conmutador de pedal de freno
- sensor de presión de frenado.

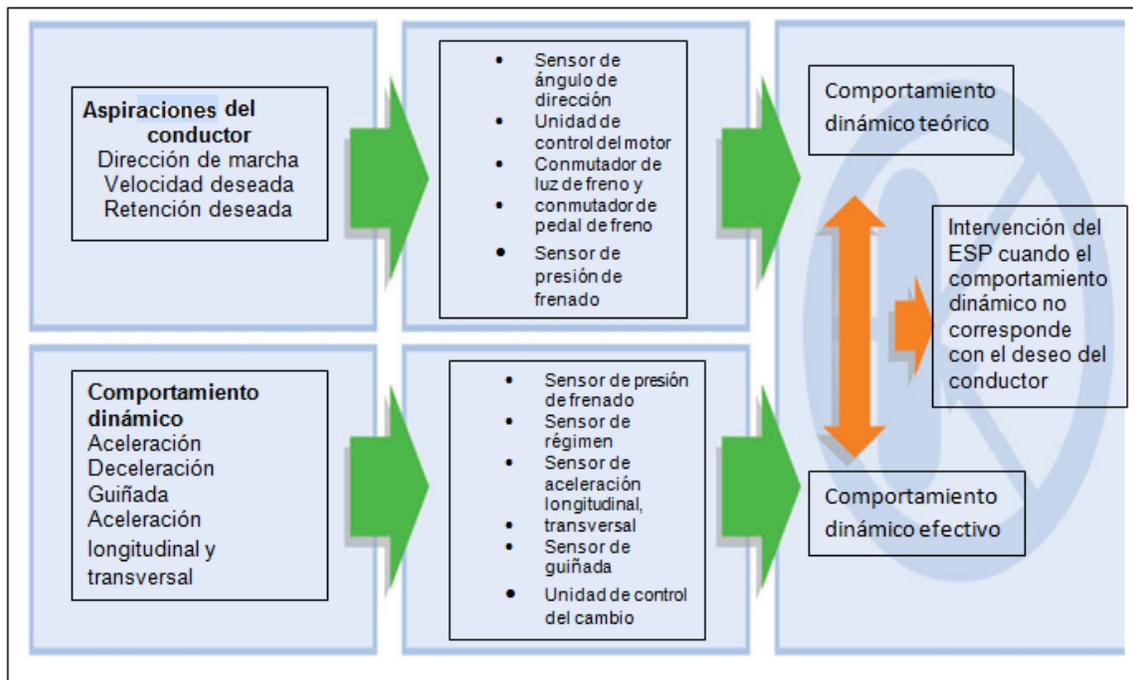
El ángulo de dirección señala el sentido en que el conductor quiere dirigir el vehículo y el accionamiento del pedal de freno señala la pretensión de frenar o parar. El sensor de presión de frenado informa adicionalmente acerca de la intensidad que ha de tener la frenada deseada.

El comportamiento efectivo del vehículo se detecta mediante:

- sensores de velocidad en las cuatro ruedas
- un sensor para detectar las aceleraciones longitudinal y transversal
- un sensor para detectar una posible guiñada
- un sensor para detectar la presión de frenado momentánea.

Con ayuda de las señales de los sensores de régimen se determina el patinaje de la tracción y de los frenos en las cuatro ruedas.

Las señales de los sensores de aceleración transversal y longitudinal y del sensor de guiñada informan acerca del comportamiento dinámico longitudinal y transversal del vehículo (ver figura 35). El sensor de presión de frenado detecta la presión efectiva en el sistema de frenos. En vehículos automáticos se agrega una comunicación hacia la gestión del cambio, por una parte para detectar así la marcha momentáneamente seleccionada y, por otra, para poder efectuar los cambios automáticos en el caso de un ciclo de intervención del ESP.



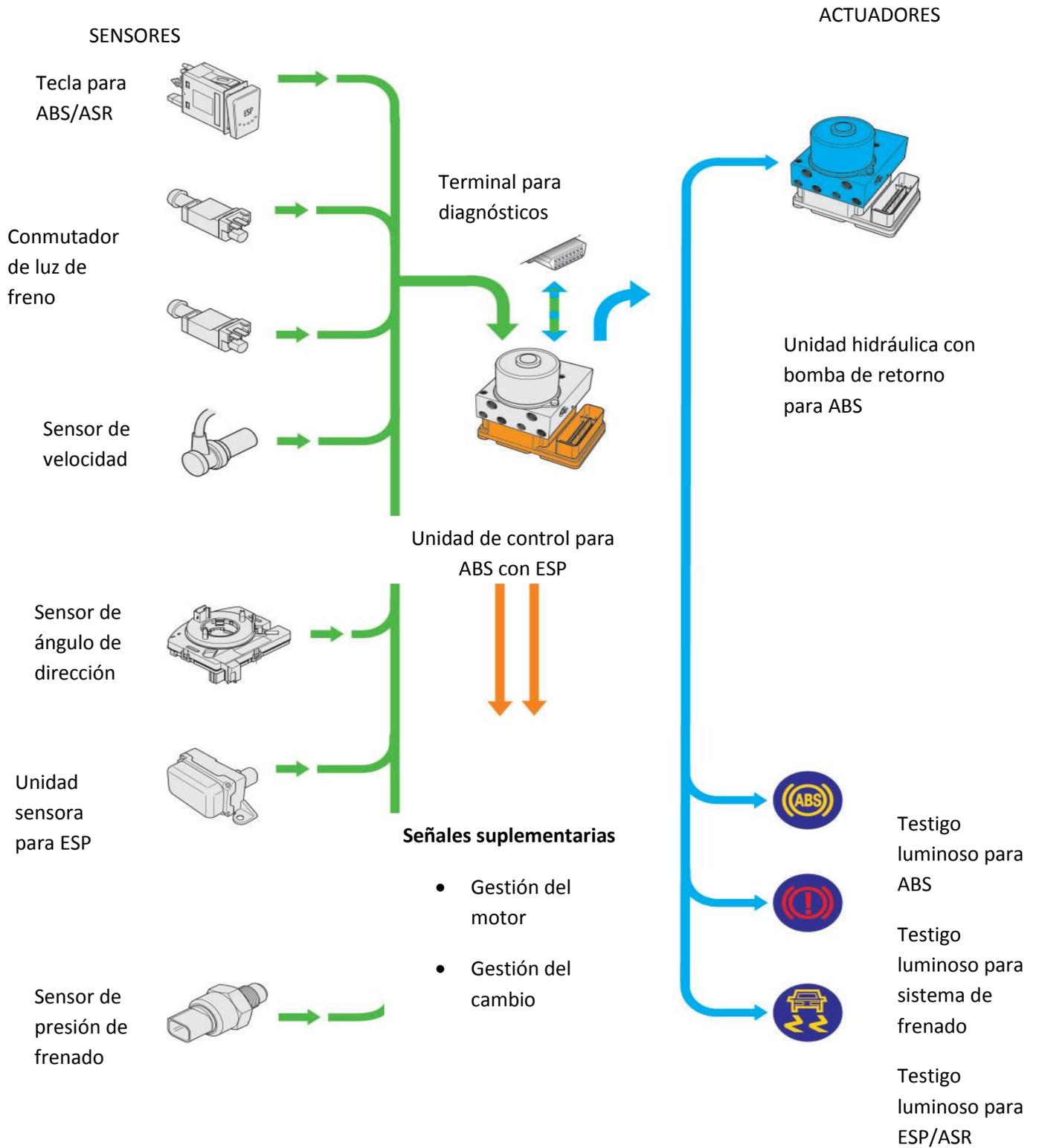
**Figura 35.** Aspiraciones del conductor y comportamiento dinámico

Con los datos correspondientes a las aspiraciones del conductor, la unidad de control para ABS/ESP calcula el comportamiento dinámico teórico del vehículo y, teniendo en cuenta los movimientos reales del vehículo, calcula su comportamiento dinámico efectivo. Por comparación de ambos valores, el software del ESP detecta una situación crítica y encamina las intervenciones de regulación que son necesarias.

#### 4.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA ESP

Los elementos del sistema ESP están conformados por sensores que al momento de detectar una señal la mandan a la unidad de control del ABS o ESP, la cual trabaja en conjunto con los actuadores que son los que hacen trabajar a la unidad hidráulica y a su vez mediante testigos luminosos el conductor sabrá que están trabajando.

A continuación se mencionan algunos de los elementos del sistema ESP (ver figura 36).



**Figura 36** Elementos del ESP

## 4.5 Funcionamiento del sistema ESP

El ESP dispone de diversas posibilidades para estabilizar el vehículo:

- Mediante intervenciones selectivas en los frenos
- Mediante intervenciones en la gestión del motor y, complementariamente,
- Mediante intervenciones en la gestión del cambio (en vehículos automáticos) y en la gestión de los sistemas de tracción total.

Previo análisis de las señales de entrada y una comparación de los estados teórico y efectivo del comportamiento dinámico, la unidad de control para ABS/ESP detecta una situación inestable. En determinadas circunstancias es necesario que el ESP intervenga en la gestión del motor. Si por ejemplo el conductor quiere acelerar en una situación inestable, esto se impide por medio de la intervención del ESP en la gestión del motor.

Las intervenciones en los frenos se regulan a través de la unidad hidráulica. La regulación hidráulica efectuada por el ESP equivale a la que efectúan el EDS o la ASR. La regulación es similar a la de EDS (Sistema de bloqueo de diferencial), a base de aplicar corriente a las válvulas de conmutación y conmutadoras de alta presión, así como a las válvulas de entrada y salida, procediendo en tres fases: “generar presión”, “mantener presión” y “degradar presión”. Las válvulas de conmutación y conmutadoras de alta presión están modificadas de modo que posibiliten también presiones de frenado más intensas que en el caso de la ASR.

Las sentencias de servoacción del ESP tienen una mayor prioridad ante la posición del pedal acelerador. El vehículo no acelera. Igual que en el caso de la ASR, la unidad de control del motor tiene las siguientes posibilidades para reducir la entrega de par, que dependen del tipo de gestión del motor:

- adaptando la posición de la mariposa
- desactivando impulsos de inyección
- desactivando impulsos de encendido o retrasando el ángulo de encendido
- suprimiendo operaciones de cambio de marchas (en vehículos automáticos)

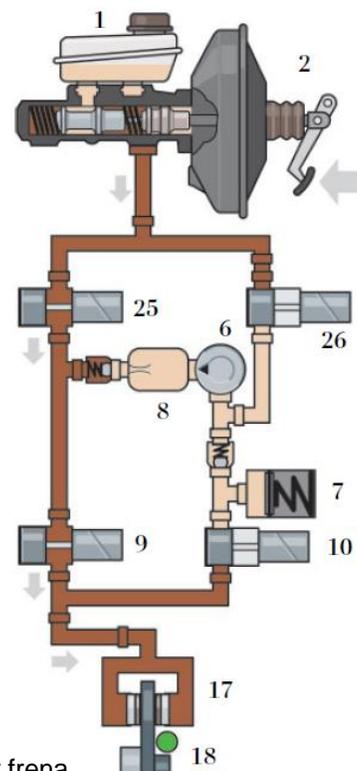
En contraste con la ASR, en la que la generación activa de presión de frenado finaliza al accionarse el pedal de freno, el ESP tiene la posibilidad de seguir aumentando la presión de frenado, incluso si el conductor acciona el pedal de freno. Esta presurización corre a cargo de la bomba de retorno.

Durante todo el ciclo de intervención del ESP se verifican continuamente las señales de entrada y se adapta la regulación correspondiente. En cuanto el vehículo se estabiliza finaliza la intervención del ESP.

Tomando como ejemplo un freno de rueda se explican las diferencias entre la frenada por el conductor (ver figura 37 y la frenada por el ESP (ver figura 38).

### El conductor frena

- 1 -Depósito
- 2 - Servofreno
- 6 - Bomba de retorno
- 7 - Acumulador de presión
- 8 - Cámara de Amortiguación
- 9 - Válvula de entrada del ABS
- 10 -Válvula de salida del ABS
- 17 -Bombín de freno de Rueda
- 18 -Sensor de régimen
- 25 -Válvula de conmutación
- 26 -Válvula conmutadora de alta presión



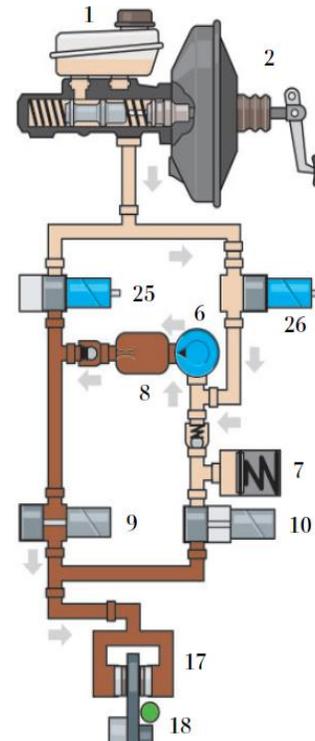
**Figura 37** El conductor frena

Generación de presión en la unidad hidráulica al frenar el conductor. El pedal de freno es accionado. La válvula de conmutación se encuentra abierta y válvula conmutadora de alta presión está cerrada. A través de la válvula de entrada abierta puede actuar la presurización contra el freno de la rueda.

La válvula de salida está cerrada.

### Frenada activa del ESP

- 1 -Depósito
- 2 - Servofreno
- 6 - Bomba de retorno
- 7 - Acumulador de presión
- 8 - Cámara de amortiguación
- 9 - Válvula de entrada del ABS
- 10 -Válvula de salida del ABS
- 17 -Bombín de freno de rueda
- 18 -Sensor de régimen
- 25 -Válvula de conmutación
- 26 -Válvula conmutadora de alta presión



**Figura 38** Frenada activa del ESP

Generación de presión en la unidad hidráulica en una “frenada activa”. Esto significa, que el ESP frena de forma selectiva la rueda en cuestión. Se genera presión de frenado sin que el conductor accione el pedal de freno.

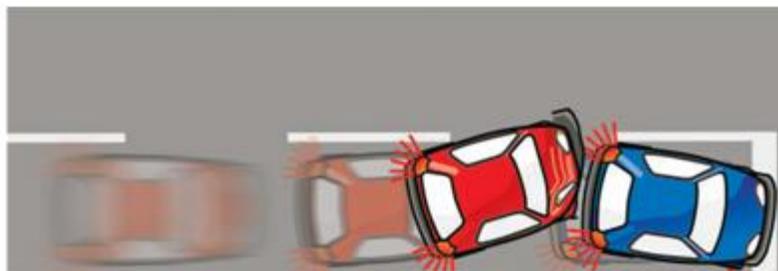
La válvula de conmutación cierra y la válvula conmutadora de alta presión es abierta. La bomba de retorno empieza a trabajar y aspira líquido de frenos del cilindro maestro. Debido a ello se genera presión en el bombín de la rueda que ha

de frenar. Los sistemas descritos a continuación presuponen que esté instalado un sistema ESP.

#### 4.6 SERVOFRENO DE EMERGENCIA HIDRÁULICO

Las investigaciones realizadas acerca del comportamiento de frenado han demostrado que muchos conductores frenan sólo muy débilmente y no aprovechan por ello las retenciones que serían posibles desde los puntos de vista técnicos y dinámicos de la marcha. Esto hace que el recorrido de frenado sea más largo. El servofreno de emergencia hidráulico HBA [11] se propone asistir al conductor en este menester. Si no es suficiente la presión aplicada al pedal de freno, el sistema detecta la situación de peligro y aumenta por sí solo la presión de frenado.

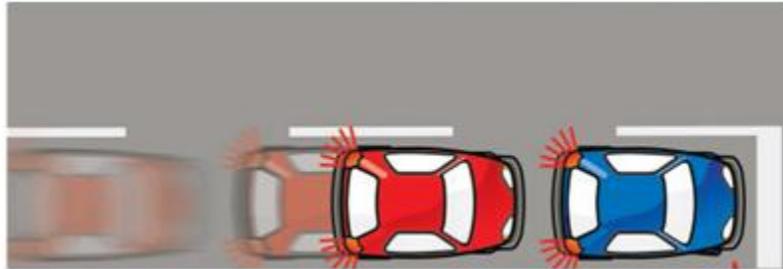
El vehículo que antecede frena repentinamente, sorprendiendo al conductor que le sucede. Al cabo de un segundo del susto reconoce la situación y acciona el freno. Los conductores menos experimentados suelen frenar con un tiempo de reacción adecuado, pero aplicando muy escasa fuerza al pedal. Es decir, que no se genera la presión máxima posible en el sistema de frenado, perdiéndose valiosos recorridos. El vehículo no alcanza a detenerse oportunamente (ver figura 39).



**Figura 39.** Frenada sin servofreno de emergencia.

En un vehículo con servofreno de emergencia, en esa misma situación, el sistema compensa la muy escasa intervención de los frenos inscrita por el conductor inexperto. El HBA detecta esta particularidad analizando la celeridad y la presión con que se acciona el pedal de freno, identificando así que ha surgido una

situación de emergencia. Con la intervención del servofreno de emergencia aumenta la presión de frenado hasta que comience la regulación del ABS, para evitar el bloqueo de las ruedas. De ese modo se puede aprovechar el efecto de frenado máximo posible y se abrevia de forma importante el recorrido de frenado (ver figura 40).



**Figura 40** Frenada con servofreno de emergencia.

#### **4.6.1 Arquitectura**

El servofreno de emergencia hidráulico HBA constituye una ampliación de las funciones del sistema ESP. No requiere componentes adicionales. La unidad de control para ABS/ESP se amplía por medio del software adicional que abarca la función del servofreno de emergencia.

#### **4.6.2 Funcionamiento**

El HBA entra en funcionamiento en situaciones de frenada de emergencia.

En las siguientes condiciones se detecta una situación de frenada de emergencia:

1. El conductor frena. El conmutador de luz de freno suministra la señal de que el freno ha sido accionado.
2. El conductor circula a una velocidad mínima. Los sensores de régimen suministran las señales relativas a la velocidad que lleva el vehículo.

3. La fuerza con que se acciona el pedal de freno sobrepasa el umbral de activación para el servofreno de emergencia. El sensor de presión de frenado suministra la señal relativa a la celeridad y a la fuerza con que el conductor ha accionado el pedal de freno.

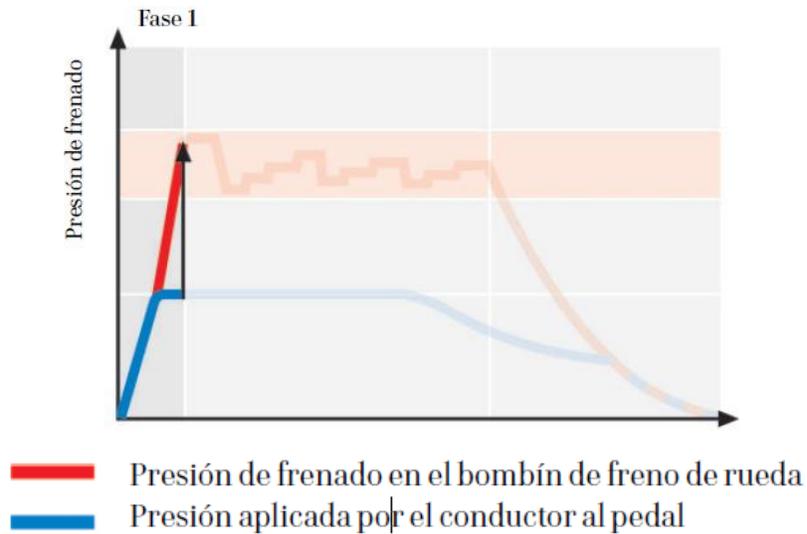
El sensor de presión de frenado en la unidad hidráulica, los sensores de régimen y el conmutador de luz de freno suministran las señales para que el servofreno de emergencia pueda detectar una situación de emergencia. Si están cumplidas las condiciones para la excitación y la presión de frenado actual se mantiene por debajo del valor teórico programado en la unidad de control, el sistema corrige automáticamente la presión. La unidad de control para ABS/ESP activa la función del servofreno de emergencia y transmite señales a la unidad hidráulica. La regulación hidráulica sucede en tres fases.

#### **4.6.3 Fases del servofreno de emergencia hidráulico**

El servofreno de emergencia hidráulico (HBA) consta de 2 fases muy importantes que tienen que ver mucho con el proceso de frenado en caso de emergencia, a continuación se explican detalladamente en que momento se aplica la presión aplicada por el conductor y después la que ejerce el servofreno de emergencia.

Fase 1: Comienzo de la intervención del servofreno de emergencia.

El servofreno de emergencia aumenta la presión de frenado (ver figura 41). Con esta generación de presión activa se alcanza muy rápidamente el límite de regulación del ABS, con lo cual se excita la regulación del ABS.

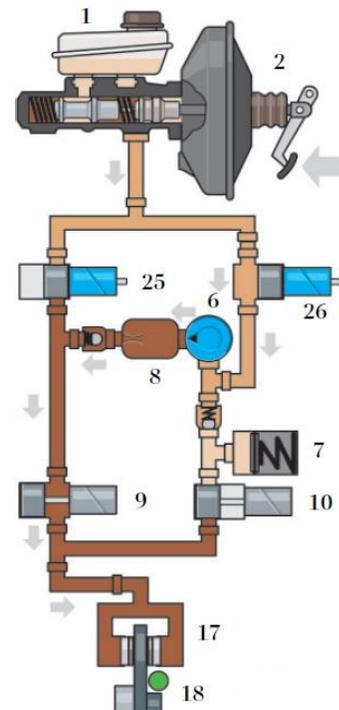


**Figura 41** Comienza la fase 1 del frenado

En la unidad hidráulica se cierra la válvula de conmutación y se abre la válvula conmutadora de alta presión. La bomba de retorno es excitada y empieza a trabajar. En virtud de ello aumenta la presión al máximo en el bombín de freno de rueda, más allá de la presión de frenado generada por el conductor. Si las ruedas tienden a bloquear interviene el ABS (ver figura 42).

#### Generación de presión activa

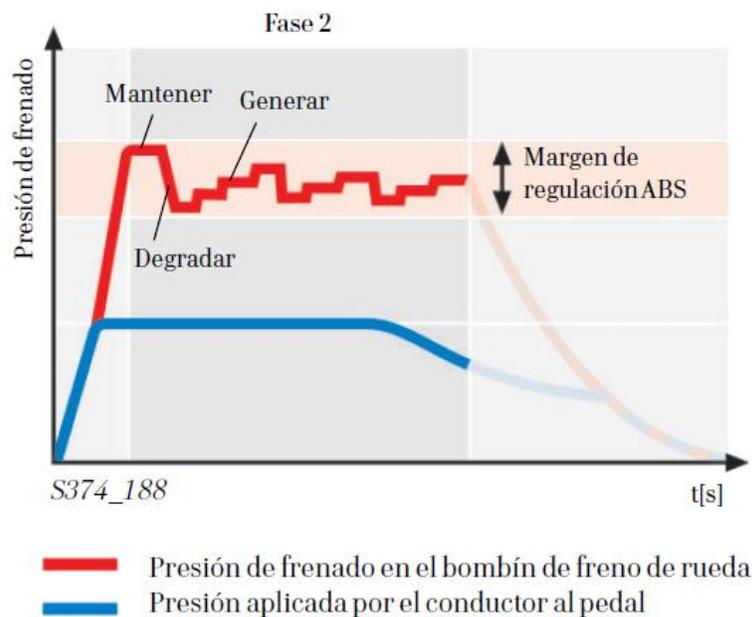
- 1 - Depósito
- 2 - Servofreno
- 6 - Bomba de retorno
- 7 - Acumulador de presión
- 8 - Cámara de amortiguación
- 9 - Válvula de entrada del ABS
- 10 - Válvula de salida del ABS
- 17 - Bombín de freno de rueda
- 18 - Sensor de régimen
- 25 - Válvula de conmutación
- 26 - Válvula conmutadora de alta presión



**Figura 42** Generación de presión activa

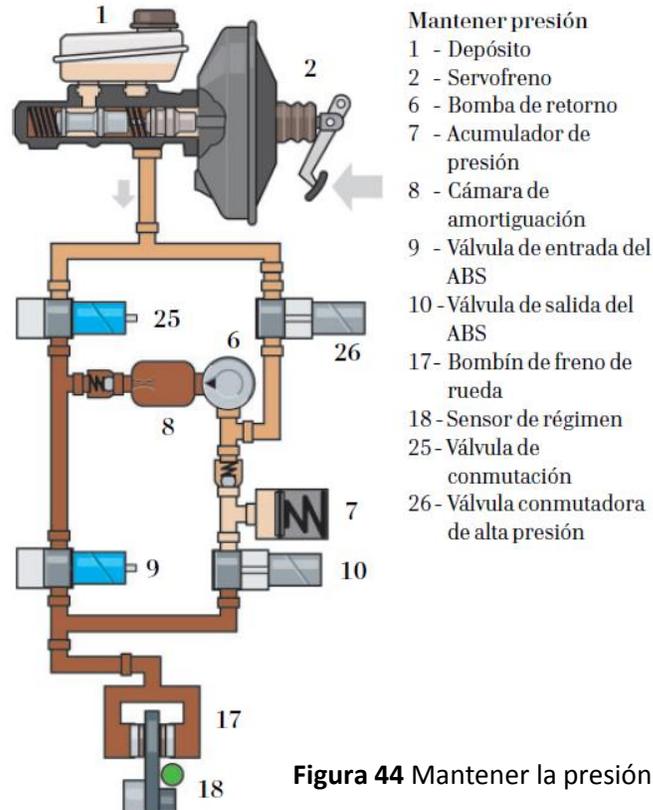
## Fase 2: intervención del ABS

La intervención del ABS mantiene la presión de frenado por debajo del umbral de bloqueo. La regulación se realiza en las tres fases de “mantener presión”, “degradar presión” y “generar presión” (ver figura 43).



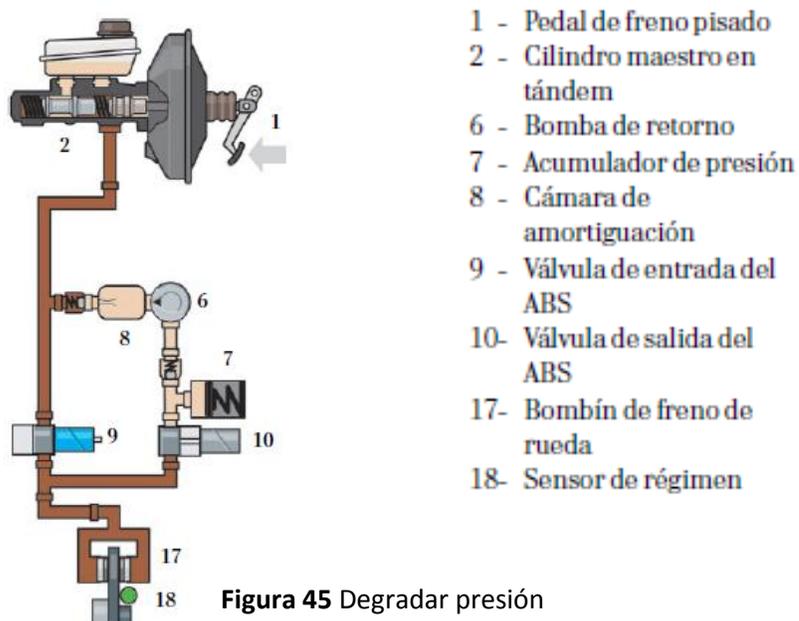
**Figura 43** Interviene el ABS fase 2.

Para mantener la presión de frenado (ver figura 44) en el circuito de la rueda se cierra la válvula de entrada y la válvula conmutadora de alta presión. En el freno de la rueda se mantiene una presión de frenado invariable. La bomba de retorno es desactivada.



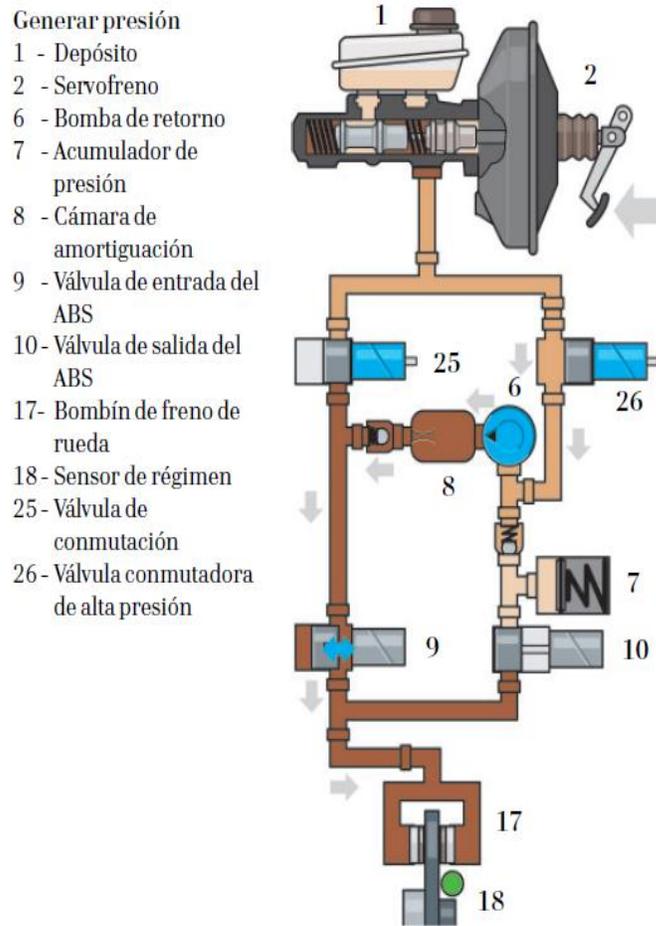
**Figura 44** Mantener la presión de frenado

Para degradar la presión (ver figura 45) abre la válvula de salida y la válvula de conmutación. El líquido de frenos es devuelto al cilindro maestro por la bomba de retorno contra la presión ejercida por el conductor sobre el pedal (ver figura 46).



**Figura 45** Degradar presión

Para volver a generar luego la presión por etapas cierra de nuevo la válvula de conmutación y la válvula de salida y abre la válvula conmutadora de alta presión. La bomba de retorno es excitada y empieza a trabajar. La válvula de entrada abre y cierra en intervalos breves, con lo cual puede aumentar por etapas la presión de frenado.



**Figura 46** Generar presión

# APÉNDICE A

## LA EDUCACIÓN AUTOMOTRIZ COMO MEDIDA PARA EVITAR ACCIDENTES.

En primer lugar tenemos que puntualizar que los accidentes de tránsito, constituyen el lado oscuro e inevitable de la Industria Automotriz. Y antes de abordar, el papel primordial de la Educación Automotriz o Vial, en la prevención de accidentes, es obligado efectuar el siguiente análisis de la accidentabilidad.

Este capítulo, para fines de exposición, lo dividiremos en tres apartados:

### **La estadística de los accidentes:**

La cruz roja Internacional y la Organización Mundial de la Salud, han revelado que durante el siglo XX[15], murieron más de 30 millones de personas en el mundo, en un accidente automovilístico. Mundialmente 1.2 millones de personas mueren en un año en accidentes de tránsito. A nivel Mundial y traducido en tiempo fallecen 3287 cada 15 minutos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta las cifras globales sobre este problema y ha estimado que, en 2002, casi 1.2 millones de personas murieron y 50 millones resultaron heridas en accidentes de tránsito en todo el mundo.

El reporte de la Organización Mundial de la Salud de 2002 sobre las principales causas de fallecimientos en el mundo, ubica a los accidentes de tránsito en el lugar número 10, con el 2.1% del total de causas.

La OMS estima que esta cifra se duplicará en el año 2020. Más del 85% de los heridos y muertos por accidentes de tránsito son de países con ingresos per cápita bajos y medios. Esto representa una ironía, pues implica, además, pérdidas económicas estimadas en 100 billones de dólares, cifra comparable con el total de recursos destinados por países altamente desarrollados para la asistencia internacional, que en 2005 fue de 106.5 billones de dólares.

Las colisiones en las vías de tránsito son la segunda de las principales causas de muerte a nivel mundial entre los jóvenes de 5 a 29 años de edad, y la tercera entre la población de 30 a 44 años. 3/4 partes de las muertes son varones y 1/4 son mujeres. Un transeúnte tiene 90 % de probabilidades de sobrevivir a un accidente con un auto que lo arrolle apenas a 30 km/h. A velocidades superiores, las probabilidades decrecen a 50 %.

A diferencia de lo que sucede en los países de ingresos altos, en los que las personas más expuestas a riesgos de lesiones o muerte son los conductores y los pasajeros de automóviles, en los países de ingresos bajos y medios quienes corren mayor riesgo de ser víctimas de colisiones en la vía pública son los peatones, los ciclistas, los motociclistas y los usuarios de transportes públicos no convencionales. Se pronostica que para el año 2020, los choques alcanzarán el tercer lugar en las tasas de mortalidad e incapacidad mundial, debajo de los infartos y arriba de las muertes por SIDA, las guerras, la tuberculosis y las infecciones respiratorias.

Estadísticas en México.- En 2005, la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en México fue de 10.9 por cada 100 mil habitantes. Una persona pierde la vida cada 20 minutos por este motivo. En el año de referencia, los accidentes de tránsito constituyeron la primera causa de fallecimiento en jóvenes de entre 15 y 34 años de edad, en el Distrito Federal, Estado de México, Jalisco y Nuevo León, según cifras del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI). En ese año, solamente en esas cuatro entidades, fallecieron mil 689 jóvenes. Esta misma Institución nos muestra en la figura A.1 datos muy interesantes durante un periodo de 10 años del total nacional de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas de 1997-2008 (ver figura A.1).



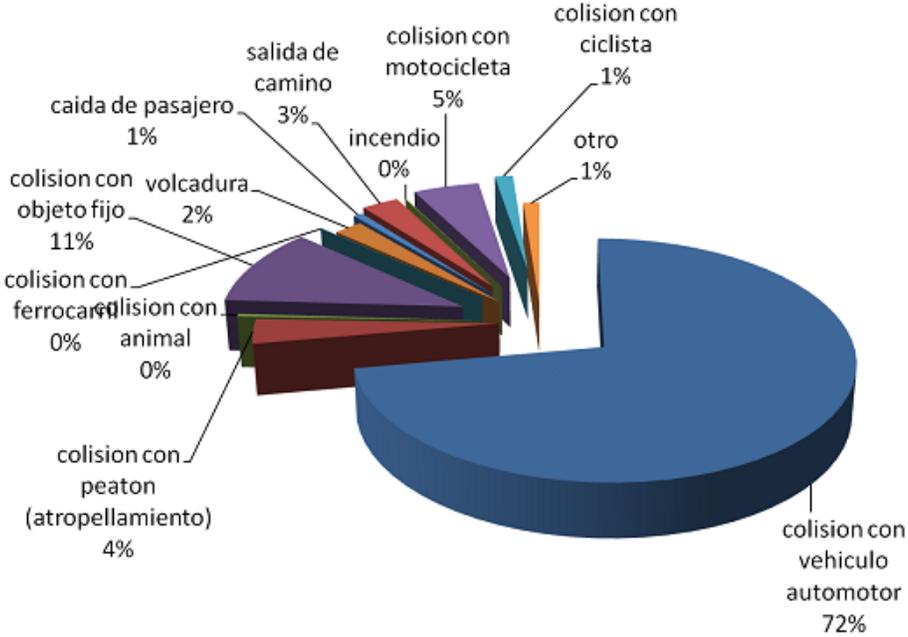
**Figura A.1** histograma de accidentes

En la figura A.2, ilustra La Estructura Porcentual de Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas por tipo de accidente, en 2008.

Por otra parte, cifras de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal revelan que, en el Distrito Federal, por cada 15 accidentes, hay una persona

muerta. Igualmente trágico resulta la pérdida o disminución de capacidades físicas con motivo de un accidente. Según la Secretaría de Salud, 18,000 personas quedan discapacitadas cada año por accidentes de tránsito.

**Estructura porcentual de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas por tipo de accidente**



**Figura A.2** Grafica porcentual de accidentes

A la lamentable pérdida de vidas y a las numerosas personas que ven disminuidas sus capacidades físicas, es necesario agregar los cuantiosos daños materiales. Con independencia de los obvios y tal vez incontables daños a los vehículos involucrados, por citar un ejemplo, la Compañía de Luz y Fuerza del Centro reportó que, en 2005, en la zona metropolitana de la Ciudad de México, 368 accidentes motivaron la pérdida de 193 postes, 12 transformadores y muchos kilómetros de cableado eléctrico, causando millones de pesos en pérdidas económicas directas e indirectas.

## **Factores condicionantes de los accidentes:**

La Comisión para la Seguridad Global en los Caminos [15] (The Comisión for Global Road Safety) con sede en Sudáfrica presentó en junio de 2006 un reporte titulado "Make Roads Safe". Dicho estudio financiado por el Banco Mundial y avalado por la Organización Mundial de la Salud, refleja que los principales factores de riesgo de muerte o lesiones en los accidentes de tránsito son los siguientes: conducir en estado de ebriedad. El alcohol jugó un papel preponderante, en casi la mitad de las muertes. Además éstas se produjeron en fines de semana y/o en los famosos puentes de días festivos. Otro factor lo constituye el no utilizar el cinturón de seguridad. Uno más es el exceso de velocidad, al no respetar el reglamento de tránsito, quizás por las pulsiones humanas orientadas a disfrutar la conducción de una máquina poderosa, que responde a sus indicaciones, aunada a la idiosincrasia de "no pasa nada" y por último la deficiente y mal diseñada infraestructura vial.

El 25 % de todos los accidentes normales, es debido a que el conductor va utilizando el teléfono celular. Usar éste dispositivo mientras se conduce, reduce drásticamente los reflejos de reacción de una persona.

Otro factor que está presente en la estadística de accidentes femeninos, lo constituye, el ir conduciendo su vehículo y al mismo tiempo, poner su atención en su arreglo personal: peinarse, maquillarse, extrayendo objetos de su bolsa de mano.

Los niños menores, también en ocasiones son un poderoso distractor, por su hiperactividad y difícil control que sacan de quicio al conductor, máxime cuando conduce sin otro adulto que lo auxilie.

Las crisis y tensiones del diario vivir: las enormes distancias, los continuos embotellamientos en las horas pico, las condiciones climatológicas, la falta de mantenimiento vehicular, también desesperan y provocan pérdida de la serenidad y paciencia requeridas para no distraerse y provocar un accidente.

## **La Educación y Seguridad Vial**

Es una disciplina social que tiende a preparar a la población a saber conducirse con seguridad en la vía pública. En materia de tránsito, es el conjunto de conocimientos y normas de conducta que toda persona debe respetar como usuario de la vía pública en su calidad de peatón, conductor y pasajero. Cuenta con un acervo teórico, desarrollado a partir de los accidentes y siniestros.

El conducir es uno de los elementos que modelan nuestro comportamiento general, es decir, que hace de nosotros lo que somos, aún cuando no estemos al volante; el riesgo de sufrir un accidente es una realidad que difícilmente se afronta con actitud objetiva; por lo general, sobreestimamos nuestra capacidad para salir airosos de situaciones de emergencia lo que nos lleva a correr riesgos innecesarios

Tenemos que considerar que en la vía pública necesariamente se establecen relaciones sociales y, por ende, una comunicación que necesita de nuestra colaboración en pro de la seguridad de todos y de la modificación del carácter deshumanizado de la vida citadina, no es una casualidad que las sociedades en que los accidentes son menos frecuentes sean aquellas en donde se atribuye un valor y respeto mayores a la vida humana.

Para solucionar el problema , se necesita de una cierta voluntad de solidaridad con los demás; se necesita de un vehículo más confiable por estar mejor cuidado, se requiere de una mejor distribución del tiempo, asignando quince minutos de más para evitar el apresuramiento; se requiere moderar nuestro consumo de alcohol si vamos a conducir ;se requiere respeto y cortesía para los demás usuarios, pues todos queremos llegar al lugar de destino sin contratiempos y desavenencias; y, sobre todo, *se requiere Educación Vial.*

### **Importancia de la educación y seguridad vial.**

Con la educación vial los primeros beneficiados seremos nosotros y no solo eso, sino también obtendremos la tranquilidad de nuestra familia.

La Educación vial, es la parte de la Educación Social que tiene como base una eficaz activación ciudadana y trata de crear hábitos y actitudes positivas de convivencia, calidad de vida y medioambiental y la Seguridad vial.

La Educación Vial no sólo enseña, las normas de circulación sino que además nos habla de seguridad, de valores, convivencia, tolerancia, conductas cívicas y la importancia del respeto de unos con otros. Desarrolla conocimientos, actitudes y comportamientos seguros, responsables y solidarios en la vía pública y por ende, la de evitar accidentes y sus consecuencias.

Normalmente pensamos que toda la problemática que se deriva de vivir en una Ciudad tan grande como la nuestra es responsabilidad únicamente de las autoridades. En los congestionamientos culpamos al semáforo y su falta de sincronización, al agente de tránsito que brilla por su ausencia, al conductor de al lado, en fin, siempre a terceros; nunca reparamos que parte de la culpa la tenemos nosotros, con nuestra desesperación por llegar a tiempo, sin importar que nos pasemos un alto, rebasemos en forma indebida o nos detengamos en la zona marcada para el cruce de peatones, con esto no sólo causamos problemas a los demás sino también a nosotros mismos. ¿Hasta qué grado cooperamos con nuestro granito de arena a crear el caos vial?, ¿Hemos pensado que podemos sufrir o causar un accidente.

También aquí, tenemos que reflexionar en el hecho de que solamente debemos permitir conducir un vehículo a nuestros hijos cuando estemos completamente seguros de que han comprendido la responsabilidad que implica sentarse detrás de un volante. Tenemos la obligación de dar a la niñez la oportunidad de crecer y convivir en un ambiente más seguro, más cortés y más confiable, enseñemos con nuestro ejemplo la forma adecuada en que debemos comportarnos en la vía pública.

## **Reglamento de tránsito**

La existencia de un Reglamento de Tránsito se deriva de la Constitución Política que nos rige y de la necesidad de dictar Leyes sobre vías generales de comunicación, por ello, cada Entidad Federativa tiene su propio Reglamento, en el cual se establecen las normas que rigen el tránsito de peatones y vehículos en las vías públicas de la República Mexicana, enmarcando nuestros derechos y obligaciones como usuarios de las mismas.

Así pues, el Reglamento de Tránsito coadyuva a la prevención de accidentes, estableciendo las normas a seguir para un manejo seguro, así como las prevenciones que debe observar todo peatón al circular en la vía pública.

### **Principales Aspectos para el Conductor.**

Se debe tener presente la responsabilidad que implica como conductor de un vehículo, el observar determinadas normas al circular en la vía pública:

A) El conductor de un vehículo automotor deberá:

1. Obtener y llevar consigo la licencia, tarjeta de circulación o permiso correspondiente.
2. Disminuir la velocidad al circular ante la presencia de educandos en zonas escolares y en cualquier otra concentración de peatones.
3. Conservar la distancia, respecto del vehículo que le preceda que garantice la detención oportuna en caso de emergencia.
4. Al incorporarse a una vía principal, ceder el paso a los vehículos que circulen por la misma.
5. Al incorporarse a una glorieta, ceder el paso a los vehículos que circulen por la misma

6. Respetar la preferencia de paso de los vehículos de emergencia, policía y ferrocarril.

### **Recomendaciones al viajero**

A) Trace previamente la ruta que va a seguir y procure llevar consigo el plano de la misma; trace su itinerario teniendo en cuenta todos los lugares que desea visitar, al hacerlo permita cierta flexibilidad.

B) Antes de salir de viaje revise que el vehículo se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento, preferentemente llévelo a un taller mecánico y pida que se haga una revisión completa.

C) Revise que las llantas estén en buen estado (incluyendo la refacción)

D) Asegúrese de que ha estimado bien todos los gastos (incluyendo gasolina) antes de salir.

E) Lleve los documentos de identificación necesarios (licencia, tarjeta de circulación, póliza de seguro, etc.)

F) Lleve las herramientas necesarias para reparaciones de emergencia y cambio de llanta; también es importante llevar un botiquín de primeros auxilios y señales de advertencia en caso de averías

G) No conduzca si no se encuentra en condiciones de hacerlo, los fármacos, principalmente el alcohol, la fatiga, las enfermedades, nos afectan provocando en la mayoría de los casos, accidentes mortales.

H) No es prudente iniciar un viaje inmediatamente después de una comida abundante, porque ésta puede ejercer un efecto soporífero, los reflejos son óptimos una hora después de la comida.

I) Verifique que el parabrisas esté limpio y que los espejos retrovisores reflejen adecuadamente y estén bien regulados.

J) El conductor debe ver “ampliamente”, ya que los peligros surgen a menudo fuera de la visión central.

K) Al conducir la selección de la vestimenta merece atención: ésta puede dificultar los movimientos; igualmente se debe seleccionar el calzado, la suela puede deslizarse sobre los pedales y los tacones altos dificultan los movimientos de los pies.

L) La falta de ventilación en el interior del automóvil origina letargo y falta de atención, el aire debe circular libremente aún en el tiempo más frío, regule la calefacción y la entrada de aire fresco para lograr una temperatura agradable y una ventilación eficaz.

M) Es importante la posición cómoda y relajada en el asiento del conductor, la inactividad puede suscitar letargo y somnolencia, es preciso efectuar algún movimiento para mantener el calor y la circulación en todo el cuerpo.

N) Es importante el uso de los cinturones de seguridad, pues reducen considerablemente los riesgos de muerte o lesiones graves en caso de accidentes; colóquese el cinturón de forma que abrace la cadera en lugar del abdomen, el cierre debe situarse a un lado de la cadera y el cinturón no debe quedar flojo, ajústese el extremo que se sitúa en el hombro de forma que quede separado del cuello.

## CONCLUSIONES

Después de la exposición y análisis detallados, podemos concluir, recalcando varios puntos principales, a saber:

- En primer lugar que La Seguridad Automotriz, ha evolucionado satisfactoriamente, siguiendo los mismos parámetros de los avances tecnológicos humanos. Ante un reto o desafío, el hombre se propone resolverlo y casi siempre, lo logra exitosamente. Los avances más espectaculares en los sistemas ABS y ESP han ocurrido apenas en los últimos cuarenta años.

En la seguridad automotriz, han destacado innumerables científicos, creativos, diseñadores e inventores, a quienes hoy, la humanidad tiene mucho que agradecer, por su esfuerzo, dedicación y empeño, pues sus conocimientos están a disposición de todas las Instituciones Automotrices y secundariamente para todos los hombres.

- En segundo lugar, podemos afirmar en forma contundente, que ocurren muchos accidentes cotidianamente en el mundo. Nuestro país México, tampoco es la excepción, donde el grupo juvenil, es el más afectado, reportándose altas tasas en mortalidad y en las secuelas o discapacidades, secundarias a los accidentes. Los factores de riesgo, estadísticamente más significativos en los accidentes son: el alcoholismo del conductor, el exceso de velocidad, el no utilizar el cinturón de seguridad, el no respetar el reglamento de tránsito, y llama la atención la idiosincrasia del mexicano al conducir de una manera temeraria y su marcada indolencia, en la prevención y revisión periódica de su vehículo.

Es evidente, que tanto el concepto de seguridad en los vehículos, como los sistemas y dispositivos han evolucionado muchísimo en unos cuantos años. Las altas velocidades a las que se conduce en las supercarreteras actuales y el elevado número de automóviles en circulación en las grandes ciudades,

requieren que todos los autos, tengan todos los elementos de seguridad disponibles para proteger, dentro de lo posible, la integridad física del conductor y ocupantes del vehículo.

- En tercer lugar, al desarrollar los subtemas de seguridad activa y pasiva, nos hemos percatado de su importancia y trascendencia, en los aspectos vitales del hombre.

La activa, el antes de un accidente, es primordial, pues todos los elementos que la incluyen, al conjugarse, proporcionan una mayor eficacia y estabilidad en su marcha y se encaminan a conseguir el objetivo esencial, consistente en evitar la ocurrencia del accidente. En ella, también se incluyen la nueva generación de caracteres y elementos de seguridad electrónica, que funcionan automáticamente, es respuesta a las señales de un sensor, proporcionando un diagnóstico y orientación al conductor, para evitar el siniestro.

En la Seguridad Activa todos los componentes son importantes, desde la Dirección o manejabilidad, los Neumáticos, los Dispositivos de señalización, el Sistema de Suspensión, el confort (visibilidad, climatización, ergonomía), pero sobresale por su trascendencia, los Sistemas de Frenado: ABS, que reduce la distancia de frenado, manteniendo la capacidad para cambiar de dirección y esquivar obstáculos. El Sistema ESP, que sin duda es el avance automotriz, más moderno de los últimos 20 años, pues corrige la pérdida de la trayectoria.

La Seguridad Pasiva, el después del accidente, limita dentro de lo posible, las lesiones, incapacidades, incluso la muerte de los involucrados directamente en un accidente, desde el conductor y/o acompañantes, hasta terceras personas eventualmente afectadas.

La Seguridad Pasiva, ha avanzado muchísimo en los últimos años, gracias a la aplicación de la electrónica, en pruebas simuladas, con la famosa

“Familia Dummies”, cuyos resultados se han aplicado a los automóviles, aumentado los estándares de seguridad.

Sobresalen, como elementos de la Seguridad Pasiva, el uso del cinturón de seguridad, el interruptor inercial, que corta en caso de choque, la alimentación eléctrica de la bomba de gasolina, evitando incendiarse; los reposacabezas y los cristales inastillables. Sin embargo, las Bolsas de Aire o AIRBAG, constituyen el recurso más eficaz y efectivo, desde el punto de vista electrónico, para lograr el objetivo de la Seguridad Pasiva, la de salvar vidas y minimizar las lesiones. Han sido diseñados para impedir que los ocupantes, se golpeen, directamente con alguna parte del vehículo, absorbiendo parte de la energía cinética del cuerpo y disminuyendo el movimiento de la cabeza, para evitar lesiones cervicales.

- En cuarto lugar y último, podemos reafirmar que la educación vial y automotriz, es el eje central en la prevención de los accidentes. En ella estamos involucrados todos: instituciones automotrices, expertos diseñadores, autoridades gubernamentales de todos los niveles, familias involucradas, organizaciones sociales en general y predominantemente el conductor.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Font M. Josè "Tratado sobre automoviles" publicado por Universidad Politecnica de Valencia. 2004

[2] Daniels, Jeff "Tecnologia del coche moderno" Ed. Ceac

[3] Pretruzzellis, Thomas "The alarm, sensor & security circuit cookbook" Ed. McGraw Hill. 1994.

[4] Ribbens Ph. William D. "Understanding automotive electronics" Ed. Butterworth-Heinemann. 1998.

[5] Fraden, Jacob "Handbook of modern sensors" Ed. Springer. 2004

[6] General Motors de Mexico "Manual de servicio Cadillac" volumen 1.

[7] General Motors de Mexico "Manual de servicio Chevrolet Venture".

[8] Cd "Manual de servicio ABS"

[9] Cd "Manual de servicio ASR"

[10] Cd "Manual de servicio ESP"

[11] Manual de servicio Bosch Chassis System "Elektronisch Stabilität Programm"

[12] Revista "Automovil Panamericano" Volumen 190, 3era edicion.

[13] Revista "Automovil Panamericano" Volumen 194, 2da edicion.

[14] Seguridad Activa

Disponible en:

[http://www.tecnocoche.com/seguridad\\_automovil/seguridad\\_activa/seguridad\\_activa.html](http://www.tecnocoche.com/seguridad_automovil/seguridad_activa/seguridad_activa.html)

[15] Seguridad Activa y Pasiva del automovil

Disponible en:

<http://www.cea-online.es/reportajes/seguridad.asp>

[16] Historia del ABS

Disponible en: <http://mecanicatodo77.blogspot.com/2008/08/historia-del-sistema-de-frenos-abs.html>

## **GLOSARIO**

ABS.- Sistema de frenos antibloqueo.

AIRBAG.- Bolsa de aire.

ASR.- Sistema antideslizamiento de la tracción.

BPMV.- Válvula moderadora de presión de frenado.

DTC.- Código de falla.

DUMMIES.- Maniquí de pruebas de choques.

EBCM.- Módulo de control electrónico de frenos.

EBD: Distribución electrónica de frenado.

ECU.- Unidad de control electrónica.

EDS.- Bloqueo de diferencia electrónico.

EFECTO HALL.- Efecto que en un conductor, por el que circula una corriente, en presencia de un campo magnético perpendicular al movimiento de las cargas, aparece una separación de cargas que da lugar a un campo eléctrico en el interior del conductor.

ESP.-Programa de estabilidad electrónica.

GMB.- Influencia sobre el par de guiñada.

GPS.- Sistema de posicionamiento global.

HBA.- Servo freno de emergencia hidráulico.

TCS.- Sistema de control de la tracción.

TECH 2.- Scanner para detectar y/o borrar códigos de falla del vehículo.

VSES.- Sistema de mejora de la estabilidad del vehículo.

